

**PEMANFAATAN TEMPURUNG KEMIRI (*Aleurites moluccana*)
MENJADI KARBON AKTIF SEBAGAI KAPASITANSI
ELEKTRODA KAPASITOR**



SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Meraih Gelar Sarjana Sains
Jurusan Kimia Pada Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
MAKASSAR

Oleh:
NUR FAJRIANA MUHIDDIN
NIM: 60500114057

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI ALAUDDIN
MAKASSAR**
2019

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Mahasiswa yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Fajriana Muhiddin
NIM : 60500114057
Tempat/Tgl. Lahir : Ujung Pandang/ 25 Juni 1996
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi
Alamat : BTN. Manggarupi Permai B7/ 1
Judul : Pemanfaatan Tempurung Kemiri (*Aleurites moluccana*) Menjadi Karbon Aktif Sebagai Kapasitansi Elektroda Kapasitor

Menyatakan dengan sesungguhnya dan penuh kesadaran bahwa skripsi ini benar adalah hasil karya saya sendiri. Jika dikemudian hari terbukti bahwa ini merupakan duplikat, tiruan, plagiat atau dibuat oleh orang lain, sebagian atau seluruhnya, maka skripsi dan gelar yang diperoleh karenanya batal demi hukum.

Samata-Gowa, Februari 2019

Penyusun



Nur Fajriana Muhiddin

PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi yang berjudul **“Pemanfaatan Tempurung Kemiri (*Aleurites moluccana*) Menjadi Karbon Aktif Sebagai Kapasitansi Elektroda Kapasitor”** yang disusun oleh **Nur Fajriana Muhiddin, NIM: 60500114057**, mahasiswa jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, telah diuji dan dipertahankan dalam sidang *munaqasyah* yang diselenggarakan pada hari selasa, 12 Februari 2019 bertepatan pada 7 Jumadil Akhir 1440 H, dinyatakan telah dapat diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dalam Ilmu Kimia, Jurusan Kimia (dengan beberapa perbaikan).

Gowa, 12 Februari 2019
7 Jumadil Akhir 1440 H

DEWAN PENGUJI:

Ketua : Prof. Dr. H. Arifuddin, M. Ag

Sekretaris : Dr. Rismawaty Sikanna, S. Si., M. Si

Munaqisyi I : Dra. St. Chadijah, M. Si

Munaqisyi II : Dr. H. Muhammad Sadik Sabry, M. Ag.

Pembimbing I : Dr. H. Asri Saleh, S.T., M. Si.

Pembimbing II : Mirnawati, S. Si., M. Si.

Dikethui oleh:

Dekan akultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar,



Prof. Dr. H. Arifuddin, M. Ag.
NIP. 19691205199303 1 001

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji dan limpahan syukur kehadirat Allah swt atas berkat rahmat dan hidayah-Nyalah, sehingga penulis diberikan kemampuan untuk menyelesaikan skripsi penelitian dengan judul, **“Pemanfaatan Tempurung Kemiri (*Aleurites moluccana*) Menjadi Karbon Aktif Sebagai Kapasitansi Elektroda Kapasitor.”** Salam dan salawat tiada henti dicurahkan kepada baginda Rasulullah saw yang telah mengantarkan dunia dari kegelapan menuju alam yang terang benderang seperti sekarang ini.

Selama penyusunan skripsi ini, penulis menyadari akan adanya tantangan dan hambatan yang dilalui. Semua hal itu dapat dilalui tidak terlepas dari dukungan pihak-pihak yang senantiasa memberikan motivasi secara terus-menerus. Ucapan terima kasih penulis tambatkan kepada :

- Bapak Prof. Musafir Pababbari, M.Si., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Bapak Prof. Dr. H. Arifuddin, M.Ag., sebagai Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Ibu Sjamsiah, S.Si, M.Si, Ph.D., selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Ibu Dr. Rismawati Sikanna, S.Si.,M.Si., selaku sekretaris Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Bapak Dr. H. Asri Saleh, ST., M. Si. selaku dosen pembimbing I yang tiada henti memberi masukan selama penyusunan skripsi ini.

- Ibu Mirnawati, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing II yang selalu meluangkan waktu di tengah kesibukan untuk membimbing kami.
- Ibu Dra. Sitti Chadijah., M.Si dan Bapak Dr. H. Muhammad Sadik Sabry, M.Ag. selaku penguji yang senantiasa memberikan kritik dan saran yang mendukung dalam melengkapi kekurangan yang ada dalam skripsi ini.
- Bapak-Ibu dosen Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi atas ilmu-ilmu yang telah diberikan selama ini.
- Para laboran Jurusan Kimia dan terkhusus untuk laboran Kimia Fisika, Kak Andi Nurrahmah, S.Si., yang senantiasa memberikan bimbingan dan solusi terhadap masalah-masalah yang dihadapi selama penelitian.
- Kedua orang tua dan keluarga yang selalu mendoakan dan senantiasa menyemangati.
- Tidak lupa pula terima kasih yang teramat kepada teman seperjuangan Hasyba Ramadhana, Risdianti, para Tim Hore Nur Azizah, Fadilah Karim, Nur Faizah Ashri, Andi Nur Arni Oktaviani, Hijryati Amat dan juga Putut Waskito serta para keluarga besar FLAVONOID yang senantiasa mendukung penelitian dan skripsi ini sehingga skripsi ini dapat selesai dalam penyusunan.

Terlepas dari segala kerja keras serta dukungan yang diberikan, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritikan dan saran yang membangun demi terbentuknya suatu tulisan yang dapat bermanfaat bagi segala pihak.

Gowa, Februari 2019

Penulis,

Nur Fajriana Muhiddin

DAFTAR ISI

	halaman
JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN SKRIPSI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
ABSTRAK	xi
ABSTRAC	xii
BAB I PENDAHULUAN	1-6
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	6
C. Tujuan Penelitian.....	6
D. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7-22
A. Kemiri.....	7
B. Karbon Aktif.....	10
C. Analisis Kadar Air dan Abu.....	15
D. Elektrokimia.....	16
E. Kapasitor.....	18
F. Fourier Transform Infra Red (FTIR).....	19
G. Ultra Violet Visible (UV-VIS).....	20

H. Siklik Voltametri.....	21
BAB III METODE PENELITIAN.....	23-27
A. Waktu dan Tempat.....	23
B. Alat dan Bahan.....	23
C. Prosedur Kerja.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28-41
A. Hasil Penelitian.....	28
B. Pembahasan.....	30
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	42
A. Kesimpulan.....	42
B. Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA.....	43-46
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	47-62
RIWAYAT HIDUP.....	63



DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 2.1 Kandungan Gizi Kemiri.....	9
Tabel 2.2 Syarat Mutu Karbon Aktif.....	15
Tabel 4.1 Hasil Analisa Kadar Air dan Kadar Abu.....	28
Tabel 4.2 Hasil analisis gugus fungsi karbon aktif tempurung kemiri.....	29
Tabel 4.3 Absorbansi Larutan Standar.....	29
Tabel 4.4 Absorbansi Larutan Sampel.....	29
Tabel 4.5 Hasil kapasitansi spesifik karbon aktif tempurung kemiri.....	30
Tabel 4.6 Hasil Luas Permukaan Metilen Biru.....	36

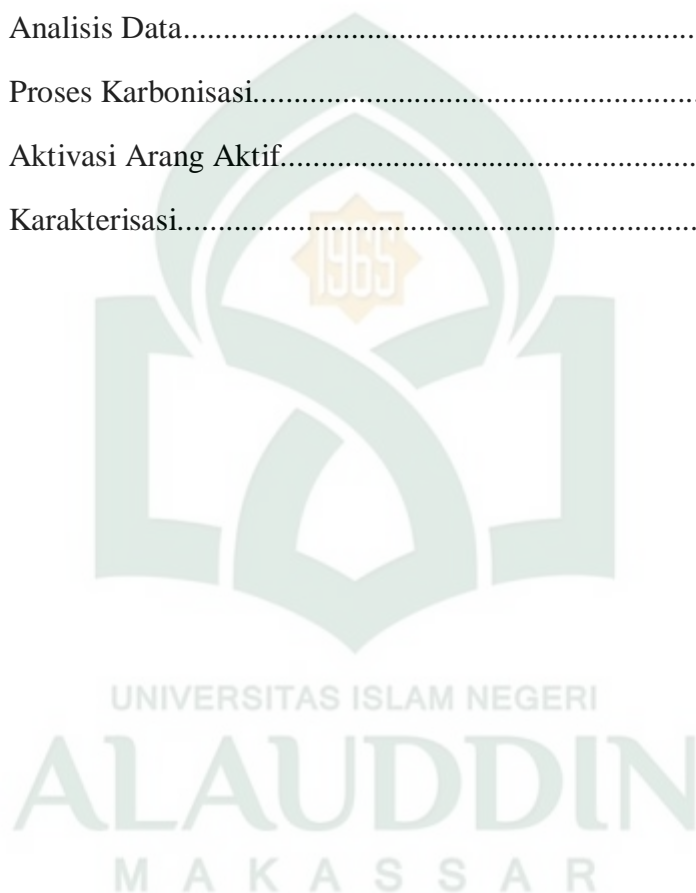
DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 2.1 Tempurung Kemiri.....	7
Gambar 2.2 Kapasitor Konvensional.....	18
Gambar 2.3 <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR).....	19
Gambar 4.1 Hasil Analisis FTIR Karbon Aktif Tempurung Kemiri.....	34
Gambar 4.2 Voltamogram Karbon Tempurung Kemiri 100 mesh.....	38
Gambar 4.3 Voltamogram Karbon Tempurung Kemiri 170 mesh.....	39
Gambar 4.4 Voltamogram Karbon Tempurung Kemiri 230 mesh.....	40



DAFTAR LAMPIRAN

	halaman
Lampiran 1. Skema Alur Penelitian.....	47
Lampiran 2. Skema Prosedur Penelitian.....	48
Lampiran 3. Analisis Data.....	50
Lampiran 4. Proses Karbonisasi.....	59
Lampiran 5. Aktivasi Arang Aktif.....	60
Lampiran 6. Karakterisasi.....	61



ABSTRAK

Nama : Nur Fajriana Muhiddin

NIM : 60500114057

**Judul : Pemanfaatan Tempurung Kemiri (*Aleurites moluccana*) Menjadi Karbon Aktif
Sebagai Kapasitansi Elektroda Kapasitor**

Di Indonesia teknologi yang sedang digunakan secara meluas pada beberapa bidang di industri adalah sebuah teknologi yang dinamakan superkapasitor. Superkapasitor termasuk salah satu teknologi yang digunakan untuk menyimpan energi. Salah satu bahan baku yang dapat dijadikan sebagai karbon aktif adalah tempurung kemiri. Tempurung kemiri banyak dimanfaatkan sebagai bahan bakar dan juga sebagai bahan baku pembuatan arang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *cyclic voltametri*. Dalam pengukuran *cyclic voltametry* membutuhkan alat potensiostat dan tiga buah sel elektroda yaitu elektrode pembanding Ag/AgCl, elektrode pendukung platina, dan elektrode kerja. Hasil kapasitansi spesifik yang diperoleh karbon aktif dengan variasi ukuran partikel dari karbon aktif limbah tempurung kemiri 100 mesh, 170 mesh dan 230 mesh secara berturut-turut adalah 0.00022 $\mu\text{F/g}$, 0.00024 $\mu\text{F/g}$ dan 0.00026 $\mu\text{F/g}$. Sedangkan untuk hasil luas permukaan karbon aktif dari masing-masing partikel yang didapatkan yaitu pada 100 mesh sebesar 18,07 m^2g , 170 mesh sebesar 18,08 m^2g sedangkan pada 230 mesh sebesar 18,12 m^2g . Hasil ini menunjukkan bahwa semakin kecil partikel karbon aktif maka kapasitansi spesifiknya juga akan semakin besar, luas permukaan menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi nilai kapasitansi spesifik tersebut.

KATA KUNCI : Kapasitansi, Elektroda, Karbon Aktif, Tempurung Kemiri, Cyclic Voltametry

ABSTRACT

Name : Nur Fajriana Muhiddin

NIM : 60500114057

Topic : Utilization of Candlenut Shell (*Aleurites moluccana*) into Activated Carbon as Capacitance of Electrode Capacitors.

In Indonesia, the technology that is being used extensively in several industrial fields is a technology called supercapacitor. Supercapacitors are one of the technologies used for energy storage. One of the raw materials that can be used as activated carbon is the candlenut shell. Candlenut shells are widely used as fuel and as raw material for making charcoal. The method used in this study is cyclic voltammetry. In cyclic voltammetry measurements requires a potentiostat device and three electrode cells, namely the Ag/AgCl comparative electrode, platinum supporting electrode, and working electrode. The results of specific capacitance obtained from activated carbon with variations in particle size of activated carbon of candlenut shell 100 mesh, 170 mesh and 230 mesh were $0.00022 \mu\text{F} / \text{g}$, $0.00024 \mu\text{F} / \text{g}$ and $0.00026 \mu\text{F} / \text{g}$. While for the surface area of activated carbon from each particle at 100 mesh is $18.07 \text{ m}^2\text{g}$, 170 mesh is $18.08 \text{ m}^2\text{g}$ while at 230 mesh is $18.12 \text{ m}^2\text{g}$. These results indicate that the smaller the activated carbon particles will produce a greater specific capacitance, the surface area becomes one of the factors that affect the specific capacitance.

KEYWORDS : Capacitance, Electrode, Activated Carbon, Candlenut Shell, Cyclic Voltametry

BAB I

PENDAHULUAN

A. *Latar Belakang*

Seiring dengan berkembangnya industri, kebutuhan arang aktif semakin meningkat. Pada tahun 2000 di Indonesia mengekspor arang aktif sebesar 10.205 ton. Volume ekspor arang aktif tersebut meningkat menjadi sebesar 25.671 ton pada tahun 2005. Perkembangan teknologi dan industri mendorong pemanfaatan arang aktif meningkat. Contoh, dalam industri masker, rokok, minuman dan makanan, air konsumsi, minyak, kimia, farmasi dan lain-lain. Arang aktif juga biasanya diolah dan dijadikan sebagai superkapasitor karena pementannya yang sangat ekonomis (Lempang dan Syafii, 2012: 101).

Di Indonesia teknologi yang sedang digunakan secara meluas pada beberapa bidang di industri adalah sebuah teknologi yang dinamakan superkapasitor. Superkapasitor termasuk salah satu teknologi yang digunakan untuk menyimpan energi. Beberapa bidang yang menggunakan teknologi ini yaitu bidang transportasi, sistem telekomunikasi digital, dan lain sebagainya (Zhu dkk, 2007 dalam Ariyanto, Prasetyo, dkk., 2012: 25). Superkapasitor memiliki beberapa kelebihan yaitu, penyimpanan yang lebih besar dibandingkan dengan penyimpanan yang lain seperti baterai, tidak terlalu banyak mengandung bahan beracun, dan lebih ramah lingkungan karena menggunakan bahan yang aman (Miller dan Simon, 2008 dalam Ariyanto, dkk., 2012: 26). Superkapasitor termasuk salah satu alat yang digunakan untuk menyimpan energi, dan juga telah banyak digunakan pada bidang elektronik maupun transportasi (Wang, 2004 dalam Wijaya dan Dahlan, 2016: 78). Kelebihan dari superkapasitor dibandingkan dengan baterai ataupun kapasitor yang konvensional ini

adalah daya tahan yang lebih lama, memiliki model yang sederhana, waktu pengisian yang singkat dan yang paling penting adalah aman. Karena memiliki waktu pengisian yang singkat dalam pengisian ulang menyebabkan superkapasitor ini lebih memiliki potensi dibandingkan dengan baterai. Superkapasitor ini melibatkan besarnya muatan arus listrik. Arus listrik ini termasuk salah satu aliran muatan yang bergerak tetapi tidak semua muatan yang bergerak mengandung arus listrik (Conway, 1999 dalam Wijaya dan Dahlan, 2016: 78). Perlu diketahui bahwa teori dasar ini telah dijelaskan dalam QS al-Baqarah/2:19.

أَوْ كَصَيِّبٍ مِّنَ السَّمَاءِ فِيهِ ظُلُمٌ وَرَعْدٌ وَبَرْقٌ يَجْعَلُونَ أَصْبِعَهُمْ فِيْٓ ءَاذَانِهِمْ
مِّنَ الصَّوَءِقِ حَذَرَ الْمَوْتِ ۗ وَاللَّهُ مُحِيطٌ بِالْكَافِرِينَ

Terjemahnya:

“Atau seperti (orang yang ditimpa) hujan lebat dari langit, yang disertai kegelapan, petir, dan kilat. Mereka menyumbat telinga dengan jari-jarinya, (menghindari) suara petir itu karena takut mati. Allah meliputi orang-orang yang kafir”.

Menurut M. Quraish Shihab dalam bukunya tafsir Al-Misbah bahwa ayat tersebut menjelaskan tentang, Allah SWT melukiskan situasi yang mereka hadapi dengan firmanNya atau seperti hujan lebat yang tercurah dari langit. Tetapi hujan itu disertai dengan gelap gulita awan yang tebal, guruh yang menggelegar dan kilat yang menyilaukan. Ini adalah gambaran dari ayat – ayat Al-Qur'an yang mengandung kritik kecaman dalam rangka menyembuhkan penyakit-penyakit jiwa manusia. Orang-orang munafik bukannya mendengarkan kecaman itu agar penyakit hati mereka sembuh, tetapi sebaliknya, *mereka menyumbat dengan ujung jari-jari mereka ke dalam telinga mereka, karena mendengar suara petir-petir yang sahut menyahut akibat bertemunya awan bermuatan listrik positif dan negatif. Hampir-hampir saja kilat itu yakni kilatan listrik di udara menyambar penglihatan mereka. Setiap kali*

kilat itu menyinari mereka, mereka berdiri yakni berhenti tidak bergerak (Quraish Shihab, 2012: 115).

Arang aktif atau yang biasa disebut dengan karbon aktif ini memiliki banyak sekali manfaat. Ada banyak bahan yang dapat dijadikan sebagai karbon aktif yaitu seperti kulit biji, tempurung, batu bara, kayu dan lain-lain tetapi sifat arang aktifnya akan berbeda bukan hanya karena perbedaan bahan baku tetapi juga dipengaruhi oleh cara aktivasi yang digunakan (Austin, 1984 dalam Lempang, dkk., 2012: 101). Karbon aktif berasal dari arang yang telah diaktivasi sehingga daya serap yang dimilikinya jauh lebih tinggi daripada arang pada umumnya. Pada pembuatan elektroda karbon aktif yang digunakan harus memiliki pori-pori dalam skala nanometer. Bahan baku yang biasa digunakan untuk membuat karbon aktif adalah limbah dari pertanian seperti batang jagung yang telah dipanen, kulit biji seperti kulit biji mahoni, batu bara dan tempurung seperti tempurung kelapa dan keniri (Lempang, dkk., 2012: 100-101).

Sebagaimana telah di jelaskan oleh Allah SWT di dalam Al-Qur'an bahwa Allah SWT itu maha kuasa karena dia telah menciptakan berbagai macam tanaman dan buah-buahan yang mana tiada seorang manusiapun yang dapat melakukannya dan juga tidak ada sesuatu yang sia-sia yang diciptakan oleh Allah SWT. Sebagaimana telah di firmankan pada QS al-Nahl/16: 11.

يُنَبِّتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَابَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ إِنَّ فِي ذَلِكَ
لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ

Terjemahnya:

“Dengan (air hujan) itu Dia menumbuhkan untuk kamu tanam-tanaman, zaitun, kurma, anggur dan segala macam buah-buahan. Sungguh, pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berpikir.”

Tafsir dari ayat di atas menyebut beberapa yang paling bermanfaat atau populer dalam masyarakat Arab tempat di mana turunnya al-Qur'an, dengan menyatakan bahwa Dia yakni Allah SWT. *menumbuhkan bagi kamu dengannya* yakni dengan air hujan itu *tutanaman-tanaman*; dari yang paling cepat layu sampai dengan yang paling panjang usianya dan paling banyak manfaatnya. Dia menumbuhkan *zaitun*, salah satu pohon yang paling panjang usianya, demikian juga *kurma*, yang dapat dimakan mentah atau matang, mudah dipetik dan sangat bergizi lagi berkalori tinggi, juga *anggur* yang dapat kamu jadikan makanan yang halal atau minuman yang haram *dan dari segala macam* atau sebagian *buah buahan*, selain yang disebut itu. *Sesungguhnya pada yang demikian* yakni pada curahan hujan dan akibat-akibatnya itu *benar-benar ada tanda* yang sangat jelas bahwa yang mengaturnya seperti itu adalah Maha Esa lagi Maha Kuasa. Tanda itu berguna *bagi kaum yang memikirkan*. Betapa tidak, sumber airnya sama, tanah tempat tumbuhnya berdempet, tetapi ragam dan rasanya berbeda-beda (Quraish Shihab, 2002: 195).

Allah menumbuhkan dengan air hujan itu bermacam-macam tanaman dan beraneka ragam buah-buahan seperti zaitun, kurma, anggur dan lain-lain buah yang berbeda-beda jenisnya, warnanya, baunya dan rasanya. Maka di dalam penciptaan Allah yang dikaruniakan kepada umat manusia itu terdapat tanda-tanda yang menunjukkan kekuasaan-Nya dan hanya Dia-lah Tuhan Yang Mahaesa yang patut disembah (Ibnu Katsir, 1988: 546).

Kemiri juga termasuk jenis tanaman yang dikembangkan sejak lama dalam program hutan kemasyarakatan dan hutan rakyat (Upe *et al.*, 1999 dalam Lempang, 2009: 4). Tanaman kemiri tersebar di seluruh nusantara. Biji kemiri ini terbagi menjadi daging biji (karnel) dan juga tempurung (kulit biji) (Heyne, 1987 dalam

Lempang, 2009: 4). Untuk karnel ini banyak dimanfaatkan sebagai bumbu masak dan juga beberapa produk industri. Sedangkan untuk tempurung kemiri banyak dimanfaatkan sebagai bahan bakar dan juga sebagai bahan baku pembuatan arang. Tetapi saat ini masih sangat jarang dimanfaatkan karena minimnya pengetahuan masyarakat terhadap pemanfaatan tempurung kemiri. Tempurung kemiri ini pastinya hanya akan berujung menjadi limbah yang dapat menambah jumlah limbah dimana sampai saat ini masalah limbah masih belum memiliki solusi yang tepat. Salah satu solusi yang cukup mudah untuk mengurangi limbah dari tempurung kemiri adalah dengan cara mengubahnya menjadi sesuatu yang bernilai tinggi seperti menjadikannya bahan baku arang aktif (Prabarini dan Okayadnya, 2013: 33). Arang aktif dinilai lebih ekonomis dibandingkan dengan arang. Arang aktif ini juga lebih memiliki banyak manfaat dibandingkan dengan arang. Arang aktif ini dapat dibuat dengan mengaktivasi arangnya untuk memperbaiki daya serap terhadap bahan dalam bentuk gas ataupun larutan (Lempang, 2009: 4).

Berdasarkan penelitian Suhadak (2005), diketahui bahwa presentase buah kemiri menjadi tempurungnya sebesar 64,57% dan tergolong sangat tinggi bila dibandingkan dengan tempurung kelapa dan tempurung kelapa sawit yang tidak lebih dari 30%. Hal ini tentunya menunjukkan bahwa tempurung kemiri memang sangat potensial untuk dijadikan bahan baku pembuatan karbon aktif. Selain itu tempurung kemiri (*Aleurites moluccana*) juga memiliki nilai kalor yang cukup tinggi sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar (Halimah, 2016: 3). Berdasarkan pemaparan materi diatas maka dilakukanlah penelitian tentang pemanfaatan tempurung kemiri menjadi karbon aktif sebagai kapasitansi elektroda kapasitor.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh luas permukaan karbon aktif dengan menggunakan variasi ukuran partikel dari karbon aktif limbah tempurung kemiri ?
2. Berapa nilai kapasitansi elektroda dengan variasi ukuran partikel dari karbon aktif limbah tempurung kemiri?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui pengaruh luas permukaan karbon aktif dengan menggunakan variasi ukuran partikel dari karbon aktif limbah tempurung kemiri.
2. Untuk mengetahui nilai kapasitansi elektroda dengan variasi ukuran partikel dari karbon aktif limbah tempurung kemiri.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Untuk memberikan informasi tentang pemanfaatan limbah tempurung kemiri kepada masyarakat.
2. Menghasilkan produk arang aktif yang bermanfaat dan bernilai ekonomi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kemiri (*Aleurites moluccana*)



Gambar 2.1 Tempurung Kemiri (*A. moluccana*)

Sumber: Halimah, 2016

Kemiri (*Aleurites moluccana*) merupakan salah satu tanaman tahunan yang termasuk salah satu famili *Euphorbiaceae* (jarak-jarakan). Daging buahnya kaku dan juga mengandung 1-2 biji yang diselimuti oleh kulit biji yang keras (Halimah, 2016: 15). Tanaman kemiri (*Aleurites moluccana*) memiliki beberapa sebutan untuk tanaman dan buahnya yaitu buah besar (Malaysia), muncang (Sunda), dama (Minangkabau), kembiri (Batak karo), komere (Madura), derekan (Bali), feno (Timor), dan keminting (Dayak) (Purseglove, 1981 dalam Lempang, 2009: 5). Di dalam perdagangan internasional kemiri dikenal dengan sebutan *candle nut*. Kemiri merupakan salah satu jenis pohon yang berasal dari Malaysia tetapi sekarang sudah tersebar luas di daerah-daerah tropik, baik ditanam maupun secara alami (Burkill, 1935 dalam Lempang, 2009: 5). Tanaman kemiri sejak lama telah dikembangkan dalam pelaksanaan program hutan kemasyarakatan dan hutan rakyat, hal ini

didasarkan bahwa jenis tersebut dapat merehabilitasi lahan kritis karena dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah disamping itu mempunyai banyak manfaat untuk meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan masyarakat (Upe *et al.* 1999 dalam Lempang, 2009: 5). Kemiri juga merupakan bahan makanan yang mempunyai nilai gizi yang tinggi yaitu kalori 363 kal, protein 19 g, lemak 63 g, karbohidrat 8 g, kalsium 80 mg, fosfor 200 mg, besi 2 mg, vitamin B1 0,06 mg dan air 7 g (Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI-1998 dalam Prabarini dan Okayadnya, 2013: 35).

Menurut Sunanto, 1994 dalam Halimah (2016: 15), Secara sistematis, tanaman kemiri diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Archichlamydae
Familia	: Euphorbiaceae
Genus	: <i>Aleurites</i>
Spesies	: <i>Aleurites moluccana</i>

Tempurung kemiri memiliki potensi yang cukup besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar meskipun penggunaannya kurang populer, maka salah satu alternatif pemanfaatannya adalah dengan cara mengolah tempurung kemiri menjadi karbon aktif. Setiap bahan yang mengandung karbon asalkan berpori dapat dibuat karbon aktif (Sudradjat dan Soleh, 1994 dalam Lempang, Syafi'i dan Pari, 2012: 101), dan tempurung kemiri juga memiliki kriteria yang disebutkan (Lempang, Syafi'i dan Pari, 2012: 101).

Menurut Kurniawati (2015: 5), kandungan gizi dari kemiri adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Kandungan Gizi Kemiri

Komponan gizi	Jumlah terkandung
Energi	636 kalori
Protein	19 g
Karbohidrat	8 g
Lemak	63 g
Kalsium	80 mg
Fosfor	200 mg
Besi	2 mg
Vitamin B	0,06 mg
Air	7 g

Sumber: Ketaren, 2008 dalam Kurniawati, 2015

Dari hasil penelitian sebelumnya dapat diketahui bahwa efektifitas relatif absorpsi karbon aktif dengan tempurung kemiri lebih baik dari tempurung kelapa untuk % removal yang kecil. Nilai metilen blue karbon aktif tempurung kemiri 2,5 mL/g sedangkan untuk tempurung kelapa 6,75 mL/g. Tempurung kemiri juga merupakan bahan baku yang bagus untuk pembuatan karbon aktif (Jatmiko, 2013: 125).

Dalam Al-Quran dijelaskan bahwa semua ciptaan Allah termasuk di dalamnya tanaman tidak diciptakan sia-sia. Hal ini seperti dalam QS Shad/38: 27.

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَاءَ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا بَطْلًا ذَلِكَ ظَنُّ الَّذِينَ كَفَرُوا فَوَيْلٌ لِلَّذِينَ كَفَرُوا مِنَ النَّارِ ٢٧

Terjemahnya :

“Dan Kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada diantara keduanya dengan sia-sia. Itu anggapan orang-orang kafir, maka celakalah orang-orang kafir itu karena mereka akan masuk neraka.”

Tafsir dari ayat di atas menyebutkan Allah swt. Menciptakan langit dan bumi juga segala yang ada di antara keduanya dengan tata aturan yang demikian rapi, indah serta harmonis. Ini menunjukkan bahwa Dia tidak bermain-main yakni tidak menciptakannya secara sia-sia tanpa arah dan tujuan yang benar.

Dan tidaklah Kami mengadakan langit dan segala isinya yang berupa perhiasan dan barang-barang yang bermanfaat bagi manusia dan tidak pula Kami adakan bumi dengan segala isinya yang berupa hal-hal yang berfaedah, baik di permukaan bumi maupun di dalam perutnya, dan tidak pula Kami menciptakan apa-apa yang ada diantara keduanya, baik yang mereka ketahui maupun yang tidak mereka ketahui sebagai main-main dan kesia-siaan. Sesungguhnya orang-orang yang kafir kepada Allah dan ayat-ayat-Nya yang telah Dia tegakkan dalam diri mereka maupun di segala penjuru alam, sedang mereka tidak berpikir benar-benar tentang penciptaan alam semesta yang indah, yang menunjukkan atas kekuasaan penciptaan-Nya dan kebesaran pengendalian-Nya. Maka, betapa kecelakaan orang-orang kafir yang mereka peroleh dari neraka yang telah dipersiapkan untuk mereka sebagai tempat tinggal dan bermukim, yakni sebagai balasan bagi mereka atas kemusyrikan yang mereka lakukan terhadap Tuhan mereka dan pencipta mereka, termasuk kekafiran mereka terhadap nikmat-nikmat-Nya (Al-Maragi, 1992: 209-210).

B. Karbon Aktif

Karbon adalah suatu bahan padat berpori-pori yang dihasilkan melalui proses pirolisis dari bahan-bahan yang mengandung karbon (Kinoshita, 2001 dalam Lempang, 2009: 14). Karbon dapat dibuat dari bahan-bahan yang mengandung karbon (C) baik organik maupun anorganik yang berasal dari tumbuhan, hewan atau bahan tambang. Pirolisis merupakan proses pembakaran tidak sempurna suatu bahan

yang mengandung senyawa karbon kompleks tidak teroksidasi menjadi karbon dioksida. Sebagian dari pori-pori karbon masih tertutup dengan hidrokarbon dan senyawa organik lain. Komponennya terdiri dari karbon terikat (*fixed carbon*), abu, air, nitrogen dan sulfur (Djarmiko *et al.* 1985 dalam Lempang, 2009: 14).

Karbon bermanfaat sebagai sumber energi terutama jika dikembangkan menjadi briket dengan teknologi pengepresan. Penggunaan briket sebagai bahan bakar sangat menguntungkan, terutama pada saat ini sedang terjadi krisis bahan bakar. Karbon dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi bakar. Karbon juga dapat dimanfaatkan sebagai pembangun kesuburan tanah. Di samping itu, karbon juga dapat ditingkatkan mutunya dengan cara aktivasi menjadi karbon aktif (Siahaan, Hutapea dan Hasibuan, 2013: 27).

Karbon atau biasa disebut arang merupakan unsur dengan nomor atom 6 dan berat atom sebesar 12,0107 g/mol. Karbon aktif mempunyai luas permukaan besar, dan mengandung pori yang mempunyai ukuran dari mikropori (kurang dari 2 nm dalam diameter) sampai makropori. Mikropori tidak mudah dibasahi elektrolit dan permukaan yang terlindung dalam mikropori tidak dimanfaatkan untuk menyimpan muatan. Selanjutnya, jika dalam situasi dimana mikropori dibasahi elektrolit, gerakan ion dalam pori kecil ini terlalu lambat, sehingga stabilitasnya terlalu tinggi (Kinoshita, 1988 dalam Fitriana, 2014: 12-13).

Karbonisasi biomassa atau yang lebih dikenal dengan pengarangan adalah suatu proses untuk menaikkan nilai kalor biomassa dan dihasilkan pembakaran yang bersih dengan sedikit asap. Hasil karbonisasi adalah berupa arang yang tersusun atas karbon dan berwarna hitam. Prinsip proses karbonisasi adalah pembakaran biomassa tanpa adanya kehadiran oksigen. Sehingga yang terlepas hanya bagian *volatile*

matter, sedangkan karbonnya tetap tinggal di dalamnya. Temperatur karbonisasi akan sangat berpengaruh terhadap arang yang dihasilkan sehingga penentuan temperatur yang tepat akan menentukan kualitas arang (Tobing, dkk 2007 dalam Putro, Musabbikhah dan Suranto, 2015: 283).

Karbon aktif merupakan senyawa amorf yang dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau karbon yang diperlakukan secara khusus untuk mendapatkan daya adsorpsi yang tinggi. Karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan (Hendra dan Darmawan, 2007 dalam Halimah, 2016: 5).

Karbon aktif merupakan suatu bentuk karbon yang telah melalui aktivasi dengan menggunakan gas CO₂, uap air atau bahan-bahan kimia sehingga pori-porinya terbuka dan dengan demikian daya absorpsinya menjadi lebih tinggi terhadap zat warna dan bau. Karbon aktif mengandung 5 sampai 15% air, 2 sampai 3% abu dan sisanya terdiri dari karbon. Karbon yang banyak digunakan berbentuk butiran (granular) dan berbentuk bubuk (tepung) (Nurdiansah dan Susanti, 2013: 13).

Proses aktivasi dibedakan menjadi dua bagian, yaitu proses aktivasi fisika dan proses aktivasi kimia. Proses aktivasi fisika, biasanya karbon dipanaskan didalam furnace pada temperatur 800-900°C. Beberapa bahan baku lebih mudah untuk diaktivasi jika diklorinasi terlebih dahulu. Selanjutnya dikarbonisasi untuk menghilangkan hidrokarbon yang terklorinasi dan akhirnya diaktivasi dengan uap. Sedangkan untuk proses aktivasi kimia merujuk pada pelibatan bahan-bahan kimia atau reagen pengaktif. Bahan kimia yang dapat digunakan sebagai pengaktif diantaranya CaCl₂, Ca(OH)₂, NaCl, MgCl₂, HNO₃, HCl, Ca₃(PO₄)₂, H₃PO₄, ZnCl₂,

dan sebagainya. Unsur-unsur mineral aktivator masuk diantara plat heksagon dari kristalit dan memisahkan permukaan yang mula-mula tertutup. Dengan demikian, saat pemanasan dilakukan, senyawa kontaminan yang berada dalam pori menjadi lebih mudah terlepas. Hal ini menyebabkan luas permukaan yang aktif bertambah besar dan meningkatkan daya serap karbon aktif (Ramdja, Halim dan Handi, 2008: 3).

Sebelum diaktivasi, arang biasanya direndam menggunakan bahan pengaktif seperti H_3PO_4 , NH_4 , HCO_3 , KOH , dan $NaOH$ yang berfungsi untuk meningkatkan kualitas arang aktif yang dihasilkan. Bahan tersebut berfungsi sebagai *dehydrating agents* dan *oxidants*. H_3PO_4 sebagai agen aktivasi akan memberikan hasil terbaik jika dibandingkan dengan $ZnCl_2$ dan KOH (Darmawan, Pari dan Sofyan, 2009: 51).

Karbon aktif termasuk senyawa karbon yang telah diproses dengan cara aktivasi sehingga senyawa tersebut memiliki pori dan luas permukaan yang sangat besar dengan tujuan untuk meningkatkan daya adsorpsinya. Penggunaan jenis larutan aktivator pada proses aktivasi kimia dapat memberikan pengaruh yang berbeda-beda terhadap luas permukaan maupun volume pori-pori karbon aktif yang dihasilkan. perbesar luas permukaan karbon aktif yang diperoleh dapat menyebabkan peningkatan efisiensi adsorpsi (Erlina, Umiatin dan Budi, 2015: 56).

Menurut Fitriana (2014: 13-14), Berdasarkan bentuknya, karbon aktif dibedakan empat golongan yaitu:

1. Karbon aktif serbuk (*powdered activated carbon*) berbentuk serbuk dengan ukuran partikel kurang dari 0,8 mm.
2. Karbon aktif granular (*granular activated carbon*), memiliki partikel partikel yang tidak rata dengan ukuran 0,2-5,0 mm.

3. Karbon aktif pelet (*pelleted activated carbon*), berbentuk silinder dengan ukuran diameter 0,8-5,0 mm. Karbon aktif ini digunakan untuk aplikasi dalam fasa gas karena memiliki kekuatan mekanis yang tinggi.
4. Karbon aktif terlapisi polimer (*polimers coated carbon*), adalah pori-pori karbon yang dapat dilapisi dengan biopolimer yang mungkin untuk menghasilkan permukaan yang halus dan permeabel tanpa menutupi pori.

Karbon aktif merupakan salah satu bahan alternatif yang digunakan untuk mengurangi kadar logam besi dan mangan pada air. Karbon aktif atau sering juga disebut sebagai karbon aktif adalah suatu jenis karbon yang memiliki luas permukaan yang sangat besar. Hal ini bisa dicapai dengan mengaktifkan karbon atau karbon tersebut. Hanya dengan satu gram dari karbon aktif, akan didapatkan suatu material yang memiliki luas permukaan kira-kira sebesar 500 m² (didapat dari pengukuran adsorpsi gas nitrogen). Biasanya pengaktifan hanya bertujuan untuk memperbesar luas permukaannya saja, namun beberapa usaha juga berkaitan dengan meningkatkan beberapa usaha juga berkaitan dengan meningkatkan kemampuan adsorpsi karbon aktif itu sendiri sehingga mampu menyerap sejumlah pengotor dalam air. Karbon aktif biasa dibuat dari tongkol jagung, ampas penggilingan tebu, ampas pembuatan kertas, tempurung kelapa, sabut kelapa, sekam padi, serbuk gergaji, kayu keras, dan batu bara (Prabarini dan Okayadnya, 2013: 34).

Karbon aktif yang dihasilkan dari proses karbonisasi dan aktivasi dapat digunakan sebagai bahan penyusun anoda pada baterai litium. Karbon aktif memiliki adsorpsi yang baik, hal ini disebabkan oleh adanya struktur pori pada karbon aktif tersebut sehingga memperluas permukaan adsorpsi. Luas permukaan juga menjadi faktor penting yang menentukan kapasitas penyimpanan muatan. Semakin besar luas

permukaan maka kapasitasnya akan semakin besar pula (Rosi, dkk., 2013 dalam Negara dan Astuti, 2015: 179).

Menurut Ramdja, Halim dan Handi (2008: 2), Standar Industri Indonesia (SII No. 0258-88) menyatakan syarat mutu karbon aktif sebagai berikut :

Tabel 2.2 Syarat Mutu Karbon Aktif

Jenis Uji	Persyaratan	
	Butiran	Padatan
Bagian yang hilang pada Pemanasan 950 C	Max. 15%	Max. 25%
Kadar Air	Max. 4,4%	Max. 15%
Kadar Abu	Max.2,5%	Max. 10%
Fixed Karbon (%)	Min. 80%	Min. 65%
Daya Serap Terhadap I ₂	Min. 750 mg/g	Min.750 mg/g
Daya Serap Terhadap Metilen Biru	Min. 60 mL/g	Min. 120 mL/g

Sumber : Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah, LIPI 1997

C. Analisis Kadar Air dan Abu

Menurut Laos, Masturi dan yulianti (2016: 137), ada beberapa pengujian yang dilakukan dalam uji proksimat yaitu:

1. Uji kadar air

Penurunan kadar air sangat erat hubungannya dengan temperatur. Semakin tinggi temperatur pengeringan maka semakin sedikit kadar air yang terkandung dalam arang aktif sehingga dapat menghasilkan pori yang semakin besar. Semakin besar pori-pori maka luas permukaan karbon aktif semakin bertambah. sehingga mengakibatkan meningkatnya kemampuan adsorpsi dari karbon aktif. Dengan meningkatnya kemampuan adsorpsi dari karbon aktif maka semakin baik kualitas dari karbon aktif tersebut.

2. Uji kadar abu

Kadar abu merupakan banyaknya kandungan oksida logam yang terdiri dari mineral-mineral dalam suatu bahan yang tidak dapat menguap pada proses pengabuan. Peningkatan kadar abu dapat terjadi akibat terbentuknya garam-garam mineral pada saat proses pengarangan yang bila dilanjutkan akan membentuk partikel-partikel halus dari garam mineral tersebut. Hal ini disebabkan karena adanya kandungan bahan mineral yang terdapat di dalam bahan awal biomassa pembuat karbon.

Adsorpsi metilen biru telah banyak dilakukan untuk menentukan kapasitas adsorpsi karbon aktif. Penetapan ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan arang aktif untuk menyerap larutan berwarna dan menentukan luas permukaan pori karbon aktif. Oleh karenanya kemampuan mengadsorpsi metilen biru menjadi salah satu ukuran kualitas dari metilen biru yang dihasilkan di mana SNI mensyaratkan kemampuan minimal menyerap adalah 120 mg/g untuk serbuk karbon aktif (Prasetyo, Yudi dan Astuti, 2011: 17).

Penetapan daya serap karbon aktif terhadap iodium ini merupakan persyaratan umum untuk menilai kualitas karbon aktif. Berbagai jenis dan konsentrasi bahan aktivator berpengaruh terhadap daya serap iodium dalam karbon aktif. Menurut SNI No. 06-3730-1995, syarat mutu daya serap iodium dari karbon aktif minimal sebesar 750 mg/g (Setiawati, 2010: 24).

D. Elektrokimia

Martin *et al*, (1993) menyatakan bahwa elektroda adalah kutub- kutub listrik pada rangkaian sel elektrokimia, elektroda terbagi menjadi dua bagian yaitu katoda dan juga anoda. Katoda adalah elektroda tempat terjadinya reaksi reduksi, dimana

didalamnya terjadi penangkapan elektron oleh suatu spesi. Sedangkan untuk anoda merupakan elektroda tempat terjadinya reaksi oksidasi sehingga akan terjadi pelepasan elektron selama reaksi berlangsung (Fitriani, 2012: 13).

Menurut Fitriani, (2012: 13), menurut fungsinya, elektroda digolongkan menjadi tiga jenis, yaitu:

1. Elektroda kerja

Elektroda kerja merupakan tempat terjadinya reaksi elektrokimia yang diamati. Elektroda kerja harus menghasilkan transfer elektron yang cepat dengan spesi elektroaktif. Elektroda ini umumnya terbat dari logam, bahan semi konduktor atau karbon.

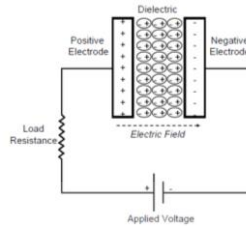
2. Elektroda pembanding

Elektroda pembanding adalah elektroda yang potensialnya cukup konstan dan dipakai sebagai elektroda standar terhadap potensial elektroda lainnya didalam sel elektrokimia. Fungsi elektroda ini adalah untuk menstabilkan beda potensial pada elektroda dalam sel elektrokimia. Elektroda pembanding harus memiliki syarat stabil terhadap waktu dan temperatur, dapat digunakan berulang kali, tidak terpolarisasi dan pembuatannya mudah.

3. Elektroda pendukung

Elektroda pendukung merupakan elektroda yang berperan sebagai tempat masuknya elektron sehingga arus dapat dilewatkan melalui sel tetapi tidak mempengaruhi reaksi pada elektroda kerja. Elektroda pendukung harus bersifat inert.

E. Kapasitor



Gambar 2.2 Kapasitor Konvensional

Sumber: Riyanto, 2014: 3

Superkapasitor adalah kapasitor *double layer*, energi disimpan oleh transfer muatan pada batas antara elektroda dan elektrolit. Ketika komposit logam oksida dan karbon digunakan sebagai elektroda untuk superkapasitor, mekanisme penyimpanan termasuk kapasitansi lapisan ganda (*double layer capacitance*) dan *pseudocapacitance*, sehingga menghasilkan kapasitansi yang lebih tinggi (Jayalakshmi, 2008 dalam Fitriana, 2014: 18).

Superkapasitor memberikan solusi terbaru di bidang penyimpanan energi. Terdapat dua parameter dasar yang sangat penting dalam hal penyimpanan energi yaitu *energy density* dan *power density*. *Energy density* menyatakan bahwa jumlah energi yang dapat disimpan tiap satuan volum. Sedangkan untuk *power density* menyatakan bahwa cara energi ini dapat dapat disimpan ke alat. Baterai, kapasitor konvensional dan superkapasitor memiliki tingkat *energy density* dan *power density* yang berbeda. Baterai memiliki *energy density* yang tinggi namun *power density* rendah. Sebaliknya kapasitor konvensional memiliki *energy density* rendah tetapi *power density* yang tinggi. Superkapasitor dapat mengkompromikan antara baterai dan kapasitor konvensional meskipun *energy density* superkapasitor masih dibawah baterai (Miswar dkk, 2010 dalam Hananta, 2015: 13-14).

Menurut Fitriana, (2014: 19-20) Kelebihan superkapasitor dibandingkan dengan baterai atau superkapasitor konvensional yaitu:

1. Superkapasitor memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan baterai sehingga, menjadikan superkapasitor lebih ringan dibandingkan dengan baterai.
2. Superkapasitor memiliki akses yang cepat untuk menyimpan energi, pengisian yang sangat cepat dibandingkan dengan baterai.
3. Siklus charge/discharge 106 kali dibandingkan baterai.

F. Fourier Transform Infra Red (FTIR)

Prinsip kerja spektroskopi inframerah adalah sampel di scan, yang berarti sinar inframerah akan dilalukan ke sampel. Gelombang yang diteruskan oleh sampel akan ditangkap oleh detektor yang terhubung ke komputer, yang akan memberikan gambaran spektrum sampel yang di uji. Struktur kimia dan bentuk ikatan molekul serta gugus fungsional tertentu sampel yang di uji menjadi dasar bentuk spektrum yang akan diperoleh dari hasil analisis. Dengan demikian alat ini dapat digunakan untuk pengujian secara kualitatif dan kuantitatif. Para ahli kimia telah menetapkan ribuan spektrum infra merah dan menentukan panjang gelombang absorpsi masing-masing gugus fungsi. Vibrasi suatu gugus spesifik pada bilangan gelombang tertentu (Sari, 2011: 17).



Gambar 2.3 Fourier Transform Infra Red (*FTIR*)

Instrumen transformasi fourier menghasilkan sumber radiasi dengan masing-masing bilangan gelombang dapat dipantau dalam 1 detik pulsa radiasi tanpa memerlukan dispersi. Dalam suatu instrumen inframerah transformasi Fourier (Fourier transform infrared, FT-IR), prinsipnya adalah monokromator digantikan oleh suatu interferometer. Interferometer menggunakan cermin bergerak untuk memindahkan bagian radiasi yang dihasilkan oleh satu sumber, sehingga menghasilkan suatu interferogram yang dapat diubah dengan menggunakan suatu persamaan yang disebut ‘Transformasi Fourier’ untuk mengekstraksi spektrum dari suatu seri frekuensi yang bertumpang tindih (Komariah, 2013: 16).

G. Ultra Violet Visible (UV-VIS)

Spektrofotometri Sinar Tampak (UV-Vis) adalah pengukuran energi cahaya oleh suatu sistem kimia pada panjang gelombang tertentu. Sinar ultra ungu (ultra violet) mempunyai panjang gelombang antara 200-400 nm, dan sinar tampak (visible) mempunyai panjang gelombang 400-750 nm. Pengukuran panjang gelombang dan absorbansi analit menggunakan alat spektrofotometer yang melibatkan energi elektronik yang cukup besar pada molekul yang dianalisis, sehingga spektrofotometer UV-Vis lebih banyak dipakai untuk analisis kuantitatif dibandingkan kualitatif. Spektrum UV-Vis sangat berguna untuk pengukuran secara kuantitatif. Konsentrasi dari analit di dalam larutan bisa ditentukan dengan mengukur absorban pada panjang gelombang tertentu dengan menggunakan hukum Lambert-Beer (Day dan Underwood, 2002: 243).

Prinsip kerja dari alat UV-VIS adalah Cahaya yang berasal dari lampu deuterium maupun wolfram yang bersifat polikromatis di teruskan melalui lensa menuju ke monokromator pada spektrofotometer dan filter cahaya pada fotometer.

Monokromator kemudian akan mengubah cahaya polikromatis menjadi cahaya monokromatis (tunggal). Berkas-berkas cahaya dengan panjang tertentu kemudian akan dilewatkan pada sampel yang mengandung suatu zat dalam konsentrasi tertentu. Oleh karena itu, terdapat cahaya yang diserap (diadsorpsi) dan ada pula yang dilewatkan. Cahaya yang dilewatkan ini kemudian diterima oleh detektor. Detektor kemudian akan menghitung cahaya yang diterima dan mengetahui cahaya yang diserap oleh sampel. Cahaya yang diserap sebanding dengan konsentrasi zat yang terkandung dalam sampel sehingga akan diketahui konsentrasi zat dalam sampel secara kuantitatif (Khuluk, 2016: 30-31).

H. Siklik Voltametri

Siklis voltametri adalah salah satu metode pengukuran sifat elektrokimia superkapasitor yang menampilkan hubungan antara arus dan tegangan. Pengukuran dengan metode siklis voltametri ini berdasarkan variasi tegangan awal dan tegangan akhir. Kurva yang dihasilkan pada metode siklis voltametri berbentuk hysteresis dimana semakin lebar bentuk kurvanya maka nilai kapasitansi yang dihasilkan akan semakin besar (Taer dkk, 2015: 105).

Kelebihan dari teknik ini adalah sensitifitasnya yang tinggi, limit deteksi yang rendah dan memiliki daerah linier yang lebar. Selama proses pengukuran, konsentrasi analit praktis tidak berubah karena hanya sebagian kecil analit yang dielektrolisis. Potensial elektroda kerja diubah selama pengukuran, dan arus yang dihasilkan dialurkan terhadap potensial yang diberikan pada elektroda kerja. Arus yang diukur pada analisis voltametri terjadi akibat adanya reaksi redoks pada permukaan elektroda. Kurva arus terhadap potensial yang dihasilkan disebut dengan voltamogram (Mulyani dkk, 2012: 51).

Metode voltametri siklik digunakan dalam pengukuran yang menggunakan sel elektrokimia untuk mengetahui besar arus yang dihasilkan dari proses transfer elektron antara elektroda dan larutan kimia selama pemberian tegangan pada elektrodanya. Metode ini termasuk metode aktif karena pengukurannya berdasarkan potensial yang terkontrol. Dalam pengukuran voltametri siklik membutuhkan potensiostat dan tiga buah sel elektrode. Tiga buah sel elektrode tersebut terdiri atas sel elektrode pembanding Ag/AgCl, sel elektrode pendukung platina, dan sel elektrode kerja (Lestari, dkk., 2009: 2).



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli sampai dengan oktober 2018, bertempat di laboratorium MIPA Universitas Hasanuddin Makassar, Analisis kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang, Kimia Fisik, Kimia Analitik, Kimia Anorganik, Riset Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.

B. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *Fourier Transform Infrared* (FTIR), tanur listrik XLH-1200BF, *Ultra Violet Visible* (UV-VIS), *sieve shaker* ukuran 100, 170 dan 230 mesh, potentiostat, kiln drum, erlenmeyer 250 mL, gelas kimia 250 mL dan 500 mL, neraca analitik, gelas ukur 25 mL dan 50 mL, labu takar 100 mL, 250 mL, 500 mL dan 1000 mL, pipet skala 10 mL dan 5 mL, pipet volum 25 mL, oven, pH indikator, cawan porselin, kertas saring, magnetik stirer, lumpang, alat pengepres pelet, pipet tetes, spatula, desikator, botol semprot, batang pengaduk, gunting, plastik sampel dan label.

2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu aluminium foil, asam klorida (HCl), asam sulfat (H₂SO₄), aquadest (H₂O), kalium bromida (KBr), kawat tembaga (Cu), metilen biru, parafin, tempurung kemiri (*Aleurites moluccana*), tissu dan *waterone*.

C. Prosedur Kerja

1. Tahap Persiapan

Pengambilan sampel dilakukan di daerah pasar lama, jl. Pasar Sintra Lamas, Mamuju, Sulawesi Barat. Populasi penelitian tersebut yaitu limbah cangkang kemiri yang tersebar di daerah pasar lama mamuju.

2. Tahap Pelaksanaan

a. Proses Karbonisasi

Tempurung kemiri (*Aleurites moluccana*) yang sudah bersih dan kering dipecah kecil-kecil. Tempurung kemiri kemudian dimasukkan ke dalam tungku drum lalu diputar selama ± 5 jam. Proses ini akan menghasilkan karbon tempurung kemiri. Setelah karbonisasi, karbon yang dihasilkan kemudian didinginkan, dihaluskan, lalu diayak dengan ukuran 100, 170 dan 230 mesh (Surest dkk., 2008).

b. Aktivasi Arang Aktif

Proses Aktivasi arang tempurung kemiri (*Aleurites moluccana*) dilakukan dengan cara kimia yaitu dengan masing-masing arang kemiri sebanyak 50 gram direndam dalam larutan HCl dengan konsentrasi 1 M selama 24 jam. Karbon aktif yang dihasilkan dicuci dengan *waterone* sampai filtrat mempunyai pH netral (pH 6 sampai 7) yang diukur menggunakan kertas pH universal kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring. Sampel yang diperoleh dikeringkan di dalam oven pada suhu 110°C selama 2 jam.

c. Analisa Kadar Air dan Kadar Abu

1) Uji Kadar Air

Prosedur penetapan kadar air ditentukan dengan cara pengeringan di dalam oven. Sebanyak 0,5 gram karbon aktif ditempatkan di dalam cawan porselin yang telah diketahui bobotnya, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 30 menit. Selanjutnya didinginkan di dalam desikator selama 15 menit (Laos dan Aji, 2016: 142).

2) Uji Kadar Abu

Sebanyak 0,5 gram arang aktif dimasukkan dalam cawan yang telah diketahui bobotnya, kemudian di tanur pada suhu 500°C selama 2 jam, kemudian didinginkan dalam desikator selama 30 menit hingga suhu konstan lalu ditimbang (Laos dan Aji, 2016: 143).

d. Karakterisasi

1) Analisis Gugus Fungsi dengan Menggunakan FTIR

Sampel dipreparasi dengan menggunakan metode pelet kalium bromida (KBr) dengan perbandingan 1:8. Preparasi sampel dilakukan dengan cara sampel dihaluskan dan dicampur dengan KBr kemudian dicetak menjadi cakram tipis atau pelet lalu dianalisis dengan menggunakan alat FTIR.

2) Penentuan luas permukaan dengan Metilen Biru

Terlebih dahulu dilakukan penentuan panjang gelombang maksimum. Dalam penentuan panjang gelombang maksimum tersebut, dibuat larutan standar metilen biru sebanyak 4 ppm. Kemudian diukur absorbansinya menggunakan

spektrofotometer UV-Vis. Luas permukaan ditentukan dengan menggunakan metilen biru berdasarkan kemampuan adsorpsi karbon terhadap senyawa metilen biru, yang mana sebanyak 0,5 gram karbon tempurung kemiri, karbon aktif tempurung kemiri dimasukkan ke dalam gelas kimia kemudian dicampurkan dengan 25 mL kemudian distirer selama 45 menit. Selanjutnya campuran disaring, kemudian filtrat yang dihasilkan diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada λ maksimal 660 nm. Adapun larutan standar dibuat dari larutan metilen biru dengan konsentrasi 1, 2, 4, 6 dan 8 ppm yang diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum lalu dibuat kurva kalibrasi untuk menentukan konsentrasi sampel.

3) Pengukuran Kapasitansi Spesifik dengan Teknik Siklik Voltametri

Badan elektroda dibuat dengan menggunakan kawat tembaga. Setelah itu dimasukkan ke dalam pipet dan direkatkan menggunakan parafilm. Karbon aktif tempurung kemiri dicampur dengan lilin parafin dengan perbandingan massa karbon/massa lilin parafin adalah 1:1 dan diaduk sampai homogen menggunakan spatula pada cawan porselin. Setelah itu, pasta karbon dimasukkan ke dalam badan elektroda dengan cara ditekan menggunakan spatula agar memadat dan merata (Vytras dkk., 2009; Wachid dan Setiarso, 2014).

Elektroda pasta karbon diukur kapasitansi spesifik penyimpanan energinya dengan menggunakan teknik *cyclic voltammetry*. Pengukuran ini menggunakan tiga elektroda yaitu elektroda Pt, elektroda Ag/AgCl dan elektroda pasta karbon. Pengujian elektroda dilakukan dengan laju scan 50 mV/s menggunakan larutan

elektrolit H_2SO_4 0,1 M 100 mL sehingga diperoleh voltammogram tegangan dan arus, kemudian dihitung nilai kapasitansi spesifik penyimpanan energinya (Ismanto dkk., 2010).



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara bertahap yang diawali dengan proses karbonisasi, proses aktivasi, analisa kadar air dan kadar abu, analisis gugus fungsi dengan menggunakan FTIR, penentuan luas permukaan dengan metilen biru dan pengukuran kapasitansi spesifik. Hasil penelitian yang diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Analisa Kadar Air dan Kadar Abu

Hasil penelitian analisa kadar air dan juga kadar abu dari karbon aktif tempurung kemiri dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.1 Hasil analisa kadar air dan kadar abu

Sampel (Mesh)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)
100	0,014	0,222
170	0,026	0,198
230	0,025	0,096

2. Karakterisasi

a. Analisis Gugus Fungsi dengan Menggunakan FTIR

Gugus fungsi yang diperoleh dari karbon aktif tempurung kemiri ini dianalisa menggunakan alat spektrofotometer *Fourier Transform Infared* (FTIR). Hasil gugus fungsi yang diperoleh dari penelitan ini yaitu:

Tabel 4.2 Hasil analisis gugus fungsi karbon tempurung kemiri

No.	Area (bilangan gelombang cm^{-1})		Keterangan
	Pita Serapan	Sampel	
1	3200-3600	3443,40	O-H
2	1690-1760	1694,97	C=O
3	1500-1600	1591,36	C=C
4	1340-1470	1453,66	C-H
5	1050-1300	1255,77	C-O

b. Penentuan Luas Permukaan dengan Metilen Biru

Luas permukaan dari karbon akti tempurung kemiri di tentukan berdasarkan daya serapnya terhadap metilen biru menggunakan alat spektrofotometer *Ultraviolet Visible* (UV-Vis). Hasil dari penentuan luas permukaan dengan metilen biru adalah:

Tabel 4.3 Absorbansi Larutan Standar

No.	Konsetrasi standar (x)	Absorbansi (y)	x.y	x ²	y ²
1.	1	0,073	0,073	1	0,005329
2.	2	0,161	0,322	4	0,025921
3.	4	0,273	1,092	16	0,074529
4.	6	0,536	3,216	36	0,287296
5.	8	0,727	5,816	64	0,528529
n = 5	$\Sigma = 21$	$\Sigma = 1,77$	$\Sigma = 10,519$	$\Sigma = 121$	$\Sigma = 0,921604$

Tabel 4.4 Absorbansi Larutan Sampel

No.	Sampel	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
1.	100 mesh arang tempurung kemiri	2,3	0,178
2.	170 mesh arang tempurung kemiri	2,3	0,177
3.	230 mesh arang tempurung kemiri	2,4	0,151

c. Pengukuran Kapasitansi Spesifik

Kapasitansi spesifik dari karbon aktif tempurung kemiri ini dilakukan menggunakan alat potensiostat dengan metode voltametri siklik. Laju *scan rate* yang digunakan pada metode ini yaitu 50 mV/s.

Tabel 4.5 Hasil kapasitansi spesifik karbon aktif tempurung kemiri

Sampel (mesh)	Scan Rate (mV/s)	Ic (μ A)	Id (μ A)	Massa Karbon (g)	Kapasitansi Spesifik (μ F/g)
100	50	0.009	-0.002	1	0.00022
170	50	0.008	-0.004	1	0.00024
230	50	0.009	-0.004	1	0.00026

B. Pembahasan

1. Proses Karbonisasi

Proses karbonisasi merupakan proses penambahan unsur arang dari bahan dasar pada temperatur dibawah 800°C di dalam inert bertekanan atmosfer. Selama proses karbonisasi, sebagian besar unsur nonkarbon seperti oksigen, hidrogen, dan nitrogen akan hilang sebagai jenis gas yang menguap oleh proses pirolisis terhadap bahan dasar. Proses karbonisasi ini bertujuan untuk menguraikan senyawa hidrokarbon seperti selulosa dan hemiselulosa agar menjadi karbon murni dan menghasilkan butiran yang mempunyai daya serap. (Ibrahim dan Martin, 2014: 4).

Proses karbonisasi ini menyebabkan terjadinya penguraian senyawa organik yang menyusun struktur bahan membentuk metanol, uap asam asetat dan hidrokarbon. Material padat yang tinggal setelah karbonisasi adalah karbon dalam bentuk arang dengan pori-pori yang sempit (Dewi dan Nurrahman, 2009; 25).

2. Aktivasi arang aktif

Aktivasi arang berarti penghilangan zat- zat yang menutupi pori – pori pada permukaan arang. Hidrokarbon pada permukaan arang dapat dihilangkan melalui

proses oksidasi menggunakan oksidator yang sangat lemah (CO_2 dan uap air) agar atom karbon yang lain tidak turut teroksidasi. Aktivasi kimia ini dilakukan dengan mencampur material karbon dengan bahan-bahan kimia atau reagen pengaktif, selanjutnya campuran dikeringkan dan dipanaskan. (Dewi dan Nurrahman, 2009; 25).

Aktivator merupakan suatu zat (larutan) yang dapat mengurangi pembentukan pengotor dan juga produk samping suatu bahan. Pada penelitian ini digunakan larutan aktivator asam kuat yaitu asam klorida (HCl). Tujuan penggunaannya adalah untuk menghilangkan oksida-oksida logam dalam arang yang menutupi pori karena sifat dari asam ini dapat merusak jaringan pada tumbuhan sehingga mampu memperbesar pori pada saat terjadinya adsorpsi antara adsorbat dan adsorben. Aktivasi kimia ini dilakukan dengan merendam 50 gram granul arang tempurung kemiri dalam larutan HCl dengan konsentrasi 1M selama 24 jam. Dari hasil aktivasi didapatkan filterisasi berwarna kekuningan.

3. Analisa kadar Air dan Kadar Abu

Kadar air merupakan perbandingan berat air yang terkandung dalam bahan bakar padat dengan berat kering bahan bakar tersebut. Kadar air yang tinggi akan mengakibatkan semakin lama bahan bakar tersebut terbakar dan membutuhkan energi yang besar, biomassa yang memiliki kadar air rendah dapat disimpan dalam waktu yang lama (Grover dan Mishra, 1996). Menurut Prawirohatmodjo (2004), kadar air didefinisikan sebagai banyaknya air yang terdapat di dalam suatu bahan. Penetapan kadar air arang aktif bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis arang aktif. Pengujian kadar air dilakukan untuk mengetahui kandungan air yang tersisa pada karbon aktif setelah melalui proses pengaktifan dengan zat aktivator. Kadar air yang dihasilkan dari penelitian ini berkisar antara 0,01%-0,02%. Hasil kadar air arang aktif

tertinggi dihasilkan oleh arang aktif 170 mesh dan kadar air terendah dihasilkan oleh arang aktif 100 mesh yaitu sebesar 0,014%. Menurut Hendraway (2003), kadar air arang aktif dipengaruhi oleh sifat higroskopis arang aktif, jumlah air di udara, lama proses pendinginan, penggilingan dan pengayakan. Kadar air arang aktif telah memenuhi standar kualitas arang aktif berbentuk serbuk. Pada SNI 06-3730-1995 nilai kadar air untuk arang aktif berbentuk serbuk adalah kurang dari 15%. Semakin rendah kadar air yang dihasilkan maka nilai kalor dan daya pembakarannya semakin tinggi, begitu pun sebaliknya. Tempurung kemiri memiliki nilai kalor sebesar 7.958.33 kal/gr (Maulana dan Agustina, 2017: 251).

Abu adalah oksida-oksida logam dalam arang yang terdiri dari mineral yang tidak dapat menguap pada proses karbonisasi. Kandungan abu sangat berpengaruh pada kualitas arang yang dihasilkan. Keberadaan abu yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya penyumbatan pori-pori pada arang sehingga luas permukaan arang menjadi berkurang (Scroder, 2006). Sedangkan Kadar abu merupakan komponen anorganik bahan yang tertinggal pada pemanasan 700°C. Tingginya kadar abu pada arang aktif dapat mempengaruhi daya adsorpsi baik terhadap larutan maupun gas. Abu yang terbentuk disebabkan karena bahan memiliki unsur mineral seperti kalsium, kalium, natrium dan magnesium. Kandungan tersebut menyebar dalam kisi arang aktif sehingga menutupi pori arang aktif (Pari et al, 2001). Kandungan abu berupa bahan organik maupun mineral yang tidak dapat dibakar atau sisa yang tetap tertinggal setelah pembakaran, misalnya silika dan oksida. Penentuan kadar abu bertujuan untuk mengetahui jumlah oksida yang terkandung dalam karbon aktif. Makin banyak oksida, maka kadar abu karbon aktif makin tinggi. Kadar abu yang dihasilkan dalam penelitian ini berkisar antara 0,09%-0,22%. Kadar abu arang

aktif tertinggi dihasilkan oleh arang aktif 100 mesh dan kadar abu terendah dihasilkan oleh arang aktif 230 mesh yaitu sebesar 0,096%. Dimana hasil yang diperoleh sesuai dengan penilaian mutu arang tempurung kemiri berdasarkan SNI 01-1682-1996 menyatakan bahwa mutu kadar abu yang harus dimiliki oleh arang tempurung kemiri adalah maksimal 3% (Lempang, 2009: 56).

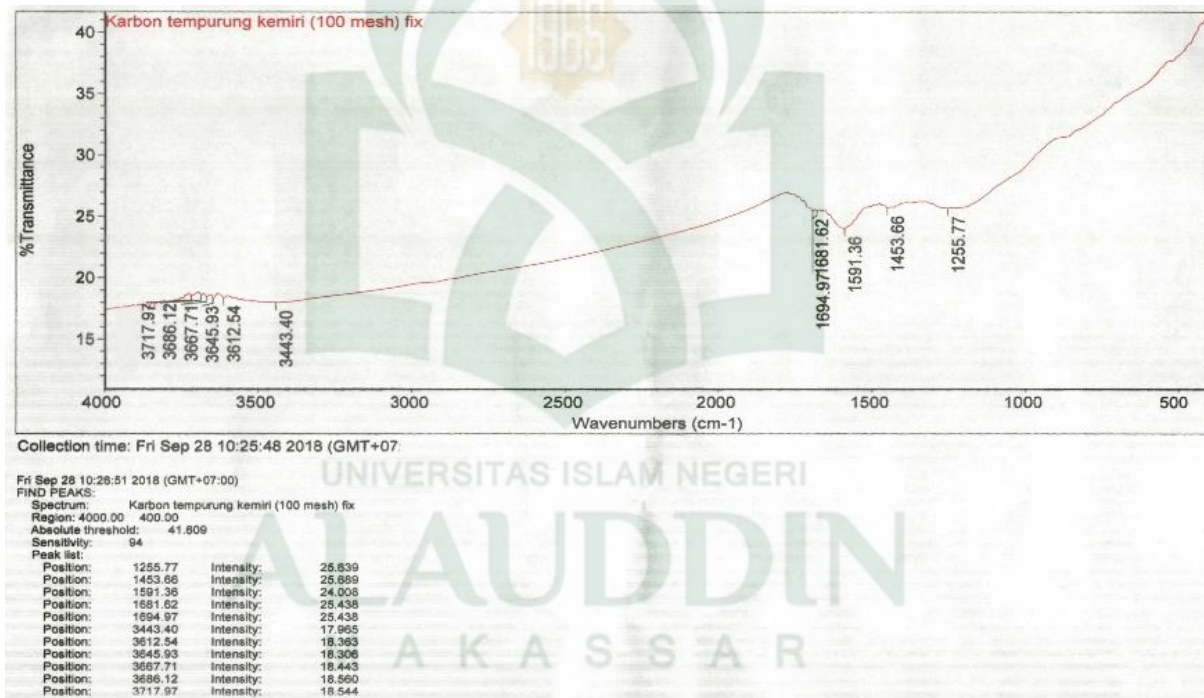
4. Karakterisasi

a. Analisis Gugus Fungsi dengan Menggunakan FTIR

Analisis FTIR dilakukan untuk menentukan gugus fungsional. Spektrum FTIR memberikan data gugus fungsional pada permukaan karbon yang diaktifkan dan dimodifikasi secara kualitatif berdasarkan karakteristik energi yang diserap dalam gugus tertentu. Gugus fungsi karbon aktif dikarakterisasi dengan FTIR. Karakterisasi FTIR dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi pada tempurung kemiri, arang hasil karbonisasi tempurung kemiri dalam kiln drum dan arang aktif hasil aktivasi dalam listrik dengan berbagai perlakuan.

Pada tahun 1994 Hans Peter Boehm mengembangkan suatu metode titrasi yang disebut metode titrasi Boehm untuk menentukan konsentrasi gugus fungsional permukaan yang mengandung oksigen dari karbon. Analisis dengan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi dari bahan yang diamati dimana gugus fungsi tersebut dipakai untuk menduga sifat permukaan karbon aktif. Dua variasi instrumental dari spektroskopi *Infra Red* (IR) adalah metode dispersif dan metode *Fourier Transform* (FT). Metode dispersif menggunakan prisma atau kisi untuk mendispersikan radiasi inframerah, sedangkan metode *Fourier Transform* menggunakan prinsip *interferometry* (Darmawan, 2012).

Gugus-gugus fungsi yang teridentifikasi pada arang hasil karbonisasi arang aktif tempurung kemiri antara lain OH, C-H dari gugus metil (CH) dan metilen (CH), C-H dari struktur aromatik dan C-O. Pada bilangan gelombang 3443,40 cm^{-1} merupakan daerah serapan gugus OH, dimana tempurung kemiri memiliki intensitas paling tinggi kemudian menurun setelah melalui proses karbonisasi dan aktivasi. Menurunnya intensitas serapan pada bilangan gelombang merupakan petunjuk mulai terbentuknya senyawa aromatik. Senyawa tersebut merupakan penyusun struktur kristal heksagonal arang dan arang aktif (Kimura dan Kaito, 2004).



Gambar 4.1 Hasil analisis FTIR karbon aktif tempurung kemiri

Dengan meningkatnya suhu saat karbonisasi hingga sekitar 500°C maka senyawa tersebut telah terurai dan membentuk struktur baru yaitu rantai karbon, sedangkan senyawa hidrokarbon yang terurai dan tersisa membentuk senyawa radikal bebas. Besarnya gugus hidroksi merupakan cerminan dari banyaknya senyawa kimia

pada tempurung kemiri yang mengandung gugus OH seperti senyawa alkohol dan asam asetat (Darmawan, 2008).

Selama proses karbonisasi terjadi penguraian struktur kimia pada tempurung kemiri yang diperlihatkan oleh adanya perubahan spektrum serapan pada arang bila dibandingkan dengan spektrum serapan pada tempurung kemiri. Proses karbonisasi pada pembuatan arang mengakibatkan perubahan gugus fungsi pada tempurung kemiri, yang diikuti terbentuknya senyawa baru pada hasil arang melalui mekanisme radikal. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan Demibras (2005) bahwa makin tinggi suhu karbonisasi makin banyak gugus fungsi yang teroksidasi atau terurai sehingga menjadi hilang atau tingkat serapannya berkurang. Besarnya gugus hidroksil merupakan cerminan dari banyaknya senyawa kimia pada tempurung kemiri yang mengandung gugus OH seperti senyawa alkohol (dikoniferil alkohol dan furanmetanol), fenol (benzena, benzenadiol dan etanon) dan asam (asam asetat, asam hexana dan benzena asam asetat) (Lempang dan syafii, 2011: 284).

Arang aktif tempurung kemiri yang dihasilkan dalam penelitian ini secara umum memiliki gugus fungsi (jenis ikatan) yang terdapat pada arang aktif antara lain OH, C-H dan C=O. Gugus-gugus fungsi yang teridentifikasi pada arang hasil karbonisasi tempurung kemiri antara lain adanya pita serapan yang melebar dari vibrasi OH di bilangan gelombang $3400-3600\text{ cm}^{-1}$ dari senyawa yang mengandung alkohol (Lempang, 2009: 46).

b. Penentuan Luas Permukaan dengan Metilen Biru

Luas permukaan karbon tempurung kemiri sesudah aktivasi diukur dengan metode metilen biru. Prinsip metode metilen biru ini berdasarkan pada daya adsorpsi karbon mesopori terhadap zat warna metilen biru. Diantara karakterisasi suatu karbon

aktif yang paling berpengaruh dalam proses adsorpsi adalah luas permukaan karbon aktif. Jika suatu karbon aktif semakin besar luas permukaannya maka kapasitas adsorpsinya akan semakin besar pula. Hal ini juga dipengaruhi oleh lama waktu aktivasi karena makin lama waktu aktivasi maka makin banyak zat inert di permukaan partikel karbon yang terlepas dari permukaan sehingga pori-pori permukaan partikel karbon aktif makin banyak dan menyebabkan luas permukaan semakin besar dan kemampuan daya serapnya juga akan meningkat. Pengukuran luas permukaan dengan metilen biru dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada λ maks. 660 nm.

Penentuan panjang gelombang maksimum dari metilen biru ini dilakukan karena pada panjang gelombang maksimum hasil absorbansi dari metilen biru juga akan maksimum dan juga hukum Lambert-Beer akan terpenuhi maka apabila dilakukan pengukuran ulang, kesalahan yang disebabkan oleh penggunaan ulang panjang gelombang akan kecil sekali (Gandjar dan Rahman, 2007).

Table 4.6 hasil luas permukaan metilen biru

Sampel (mesh)	Luas Permukaan (m²/g)
100	18,07
170	18,08
230	18,12

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari Tabel 4.6 di atas dapat diketahui bahwa ukuran partikel paling halus yaitu 230 mesh memiliki luas permukaan yang paling besar dibandingkan dengan ukuran partikel yang lain. Hal ini diperkuat oleh Sukir (2008) yang mengatakan bahwa semakin tinggi ukuran mesh karbon, kapasitas adsorpsinya semakin besar karena semakin tinggi ukuran meshnya maka ukuran

partikelnya juga akan semakin halus sehingga luas permukaan karbon aktifnya semakin besar.

c. Pengukuran Kapasitansi Spesifik

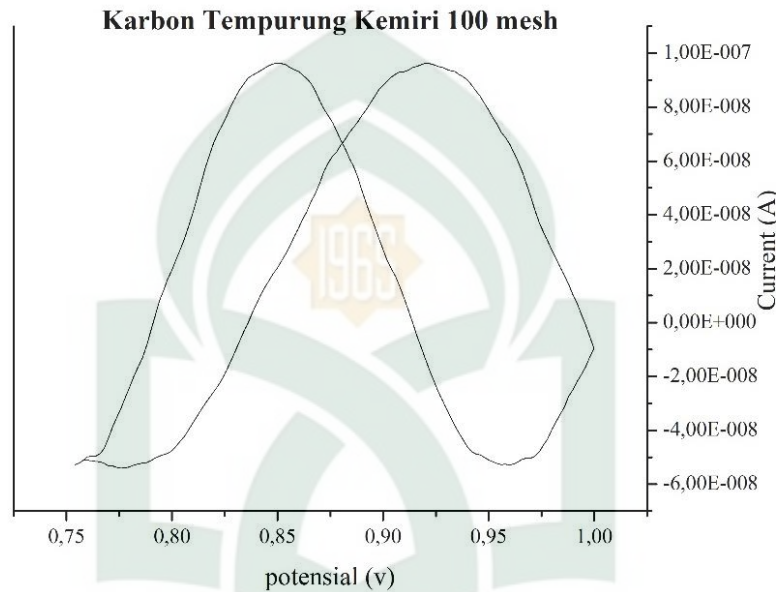
Siklik voltammetri merupakan suatu pengukuran untuk menentukan nilai kapasitansi sel elektrokimia dari material karbon dengan laju scan dari tegangan awal sampai tegangan akhir (Skoog et al. 1996). Siklis voltammetri (CV) dapat digunakan sebagai pengatur aliran ion dalam proses perubahan sifat nanopartikel dan karakterisasi sifat potensial suatu bahan, selain itu juga dapat digunakan untuk mengukur sifat kapasistansi superkapasitor.

Pengukuran kapasitansi spesifik yang menggunakan tiga elektroda yaitu elektroda Pt, elektroda Ag/AgCl dan elektroda pasta karbon. Elektroda Pt berfungsi sebagai elektroda referensi, elektroda Ag/AgCl berfungsi sebagai elektroda pembanding dan elektroda pasta karbon berfungsi sebagai elektroda kerja (Himmaty dan Endarko, 2013). Elektroda pembanding yang digunakan adalah Ag/AgCl jenuh, di mana fungsinya adalah sebagai pengukur potensial, sedangkan elektroda bantu yang digunakan adalah kawat Pt, di mana fungsinya adalah untuk mengalirkan arus agar tidak ada arus yang mengalir pada elektroda pembanding. Pengujian elektroda dilakukan dengan laju scan 50 mV/s menggunakan larutan elektrolit H_2SO_4 0,1 M. Sedangkan scan rate akan berpengaruh pada posisi titik-titik dari voltamogram sehingga akan sangat menentukan bentuk voltamogram yang dihasilkan tanpa mengubah potensial di mana akan muncul puncak oksidasi maupun reduksi dari analit.

Nilai Kapasitansi spesifik karbon aktif tempurung kemiri dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 1

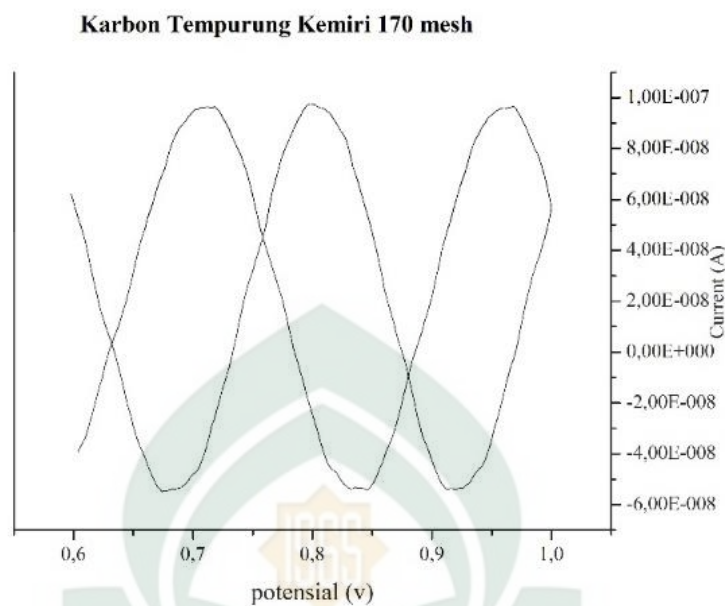
$$C_s = \frac{I_c - I_d}{V_{xm}} \quad (1)$$

Dimana C adalah kapasitansi spesifik ($\mu\text{F/g}$), I_c dan I_d masing-masing adalah arus *charge* dan *discharge* (μA), S adalah laju *scan* ($\mu\text{V/s}$) dan m adalah massa karbon pada elektroda.



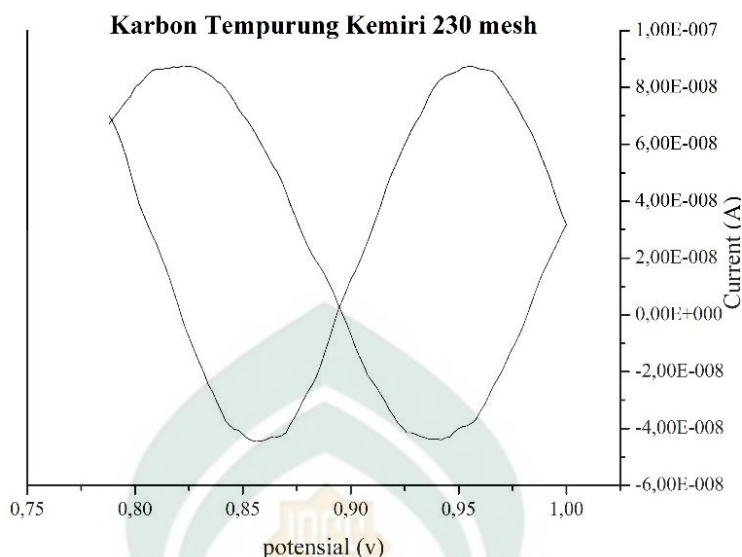
Gambar 4.2 Voltamogram karbon tempurung kemiri 100 mesh

Dari hasil voltamogram karbon aktif tempurung kemiri dengan variasi ukuran partikel 100 mesh dapat di lihat bahwa terdapat 2 bentuk siklik yang dimana salah satunya menyerupai bentuk persegi panjang. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Tumimomor pada tahun 2017 menyatakan bahwa bentuk dari kurva untuk superkapasitor yang memiliki bahan dasar karbon akti yaitu berbentuk persegi panjang.



Gambar 4.3 Voltamogram karbon tempurung kemiri 170 mesh

Hasil voltammogram dari karbon aktif tempurung kemiri dengan variasi ukuran partikel 170 mesh memiliki 3 buah siklik yang berbentuk menyerupai persegi panjang. Hasil voltammogram ini berbeda dengan hasil yang diperoleh pada ukuran partikel 100 mesh dimana hanya terdapat satu buah siklik yang menyerupai persegi panjang. Hal ini dapat dipengaruhi oleh perbedaan ukuran partikelnya diaman ukuran partikel 170 mesh lebih kecil dibandingkan dengan 100 mesh.



Gambar 4.4 Voltamogram karbon tempurung kemiri 230 mesh

Sedangkan untuk hasil dari voltamogram karbon aktif tempurung kemiri 230 mesh terdapat 2 bentuk siklus yang paling menyerupai persegi panjang. Diantara ketiga variasi ukuran partikel yaitu 100, 170 dan 230 hasil voltamogram ukuran partikel 230 ini yang paling menyerupai dengan bentuk persegi panjang. Hal ini disebabkan karena ukuran partikel 230 mesh yang paling kecil diantara ketiganya.

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai kapasitansi spesifik karbon aktif dengan variasi ukuran partikel karbon aktif tempurung kemiri 100 mesh, 170 mesh dan 230 mesh secara berturut-turut adalah 0.00022 $\mu\text{F/g}$, 0.00024 $\mu\text{F/g}$ dan 0.00026 $\mu\text{F/g}$. Dapat dilihat bahwa luas permukaan menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi kapasitansi spesifik.

Nilai kapasitansi spesifik yang dihasilkan dari penelitian ini masih sangat jauh jika dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ismanto dkk. (2010) yang memodifikasikan karbon aktifnya dengan menggunakan HNO_3 dan H_2O_2 yang secara berturut-turut memiliki nilai kapasitansi spesifik 264,08 F/g, dan

240,67 F/g. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti misalnya konsentrasi elektrolit yang digunakan, metode pembuatan elektroda karbonnya serta metode pembuatan karbon aktifnya juga dapat mempengaruhi.

Hasil yang diperoleh juga dipengaruhi oleh ion dan elektron yang berasal dari arus yang dikumpulkan akan berdifusi secara merata ke permukaan karbon hingga ke pori meso, sehingga hal ini akan mengakibatkan peningkatan lebar kurva arus *charge* dan *discharge* yang menandakan nilai kapasitansi yang besar, sebaliknya jika laju scannya tinggi, ion bisa berdifusi dengan cepat tetapi hanya sampai pada permukaan elektroda, sehingga pori-pori elektroda karbon yang kosong atau tidak terisis oleh ion akan menghasilkan kurva arus *charge* dan *discharge* yang kecil sehingga nilai kapasitansi juga semakin menurun (Herniyanti,dkk.,2015).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini yaitu:

1. Luas permukaan karbon aktif dari masing-masing partikel yaitu pada 100 mesh sebesar $18,07 \text{ m}^2/\text{g}$, 170 mesh sebesar $18,08 \text{ m}^2/\text{g}$ sedangkan pada 230 mesh sebesar $18,12 \text{ m}^2/\text{g}$. Hal ini dikarenakan semakin tinggi ukuran mesh karbon ukuran partikelnya semakin halus sehingga luas permukaan karbon aktifnya semakin besar.
2. Nilai kapasitansi spesifik yang diperoleh karbon aktif dengan variasi ukuran partikel dari karbon aktif limbah tempurung kemiri 100 mesh, 170 mesh dan 230 mesh secara berturut-turut adalah $0.00022 \text{ }\mu\text{F/g}$, $0.00024 \text{ }\mu\text{F/g}$ dan $0.00026 \text{ }\mu\text{F/g}$.

B. Saran

Saran dari penelitian ini yaitu sebaiknya untuk penelitian selanjutnya menggunakan karbon aktif dari bahan-bahan seperti, kulit salak, kulit durian, ampas tebu dan lain sebagainya dengan menggunakan modifikasi pada aktivatornya agar dapat diketahui kemampuan penyerapan dan luas permukaan yang paling baik serta pengaruhnya terhadap kapasitansi dari setiap aktivator.

DAFTAR PUSTAKA

Al-Qur'an Al-Karim.

Al-Maragi, Ahmad Mustafa. *Tafsir Al-Maragi*. Semarang: PT. Karya Toha Putra Semarang, 1992.

Ariyanto, Teguh, Imam Prasetyo, dan Rochmadi Rochmadi. "Pengaruh Struktur Pori Terhadap Kapasitansi Elektroda Superkapasitor Yang Dibuat Dari Karbon Nanopori." *Reaktor* 14, no. 1 (2012): h. 25-32.

Darmawan, Saptadi. "Sifat arang aktif tempurung kemiri dan pemanfaatannya sebagai penyerap emisi formaldehida papan serat berkerapatan sedang." *Tesis*, Bogor: Institut Pertanian Bogor, 2008.

Darmawan, S., G. Pari, dan K. Sofyan. "Optimasi Suhu dan Lama Aktivasi dengan Asam Fosfat dalam Produksi Arang Aktif Tempurung Kemiri." *Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan* 2, no. 2 (2009): h. 51-56.

Day dan Underwood. *Quantitative Analysis Sixth Edition*. Terj. Iis Sopyan, *Analisis Kimia Kuantitatif*. Cet. VI, Jakarta: Erlangga, 2002.

Dewi, Tri Kurnia, Arif Nurrahman, dan Edwin Permana. "Pembuatan Karbon Aktif Dari Kulit Ubi Kayu (*Mannihot esculenta*)." *Teknik Kimia* 16, no.1 (2009): h. 24-30.

Erlina, Umiatin dan Budi, Esmar. "Pengaruh Konsentrasi Larutan KOH Pada Karbon Aktif Tempurung Kelapa Untuk Adsorpsi Logam Cu." *Prosiding Seminar Nasional Fisika* 4, (2015): h. 55-60.

Fitriana, Vinda Nur. "Sintesis Dan Karakterisasi Superkapasitor Berbasis Nanokomposit TiO₂/C." *Skripsi*, Malang: Universitas Negeri Malang, 2014.

Fitriani, Lisa. "Studi Reaksi Reduksi CO₂ Dengan Metode Elektrokimia Menggunakan Elektroda Cu." *Skripsi*, Depok: Universitas Indonesia, 2012.

Halimah, Siti Nur. "Pembuatan dan Karakterisasi serta Uji Adsorpsi Karbon Aktif tempurung Kemiri (*Aleurites moluccana*) terhadap Metilen Biru." *Skripsi*, Bandar Lampung: Universitas Lampung, 2016.

Hananta, Septian Dwi. "Superkapasitor berbahan dari Kitosan-PVA dengan penambahan larutan elektrolit." *Skripsi*, Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2015.

Ibrahim, Awaludin Martin, dan Nasruddin Nasruddin. "Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif Berbahan Dasar Cangkang Sawit dengan Metode Aktivasi Fisika Menggunakan Rotary Autoclave." *Teknik Universitas Riau* 1, no.2 (2014): h. 1-11.

Ibnu Katsir, Ismail. *Tafsir Ibnu Katsir*. Surabaya: PT. Bina Ilmu, 1988.

Jangin, Andreas Ivo, Eddy Samsurizal, dan Asep Supriyadi. "Studi Eksperimental Beton Ramah Lingkungan Menggunakan Kulit Kemiri Sebagai Agregat Kasar." *Teknik Sipil Universitas Tanjungpura* 2, no.2 (2016): h. 1-12.

- Jatmiko, Tri Hadi. "Pemanfaatan Karbon Aktif Dari Limbah Tempurung Kemiri Untuk Adsorpsi Limbah Merkuri-Hg(II)" *Teknik Kimia* (2013): h. 121-125.
- Kementrian Agama RI. *Al-Qur'an Terjemah*. 2016.
- Khuluk, Rifki Husnul. "Pembuatan Dan Karakterisasi Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa (*Cocous nucifera L.*) Sebagai Adsorben Zat Warna Metilen Biru." *Skripsi*, Bandar Lampung: Universitas Lampung, 2016.
- Komariah, Nurul. "Isolasi Senyawa Aktif Antioksidan Dari Ekstrak Etil Asetat Herba Kemangi (*Ocimum americanum Linn*)" *Skripsi*, Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, 2013
- Laos, Ldaniana Etni, Masturi Masturi, dan Ian Yulianti. "Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Dava Serap Karbon Aktif Kulit Kemiri." *Prosiding Seminar Nasional Fisika 5*, (2016): h. 135-140.
- Lembang, Mody. "Sifat-sifat Arang Aktif Tempurung Kemiri dan Aplikasinya Sebagai Komponen Media Tumbuh Pada Tanaman Melina (*Gmelina arborea Roxb.*)." *Skripsi*, Bogor: Institut Pertanian Bogor, 2009.
- Lembang, Mody, Wasrin Svafii, and Gustan Pari. "Struktur dan Komponen Arang Serta Arang Aktif Tempurung Kemiri." *Penelitian Hasil Hutan* 29, no.3 (2011): h. 278-294.
- Lembang, Mody, Wasrin Svafii, dan Gustan Pari. "Sifat dan mutu arang aktif tempurung kemiri." *Penelitian Hasil Hutan* 30, no. 2 (2012): h. 100-113.
- Maemuna, Muhardi Jaya dan Muh. Nur Akmal Sofyan. "Tempurung Kemiri Sebagai Bahan Baku Briket dengan Menggunakan Tungku Pembakaran Aluminium" *Mahasiswa Hasanuddin* 2, no. 1 (2018): h. 248-253.
- Maulana, Gusti Gilang Ramadhan, Lya Agustina, dan Susi Susi. "Proses Aktivasi Arang Aktif dari Cangkang Kemiri (*Aleurites Moluccana*) dengan Variasi Jenis dan Konsentrasi Aktivator Kimia." *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian* 42, no.3 (2017): h. 247-256.
- Mulyani, Reni. "Studi Voltametri Siklik Sodium Dedocyl Benzen Sulfonat dalam Berbagai Elektroda dan Elektrolit Pendukung." *Teknologi Pengelolaan Limbah* 15 no.1 (2013): h. 51-56.
- Negara, Vamellia Sari Indah dan Astuti. "Pengaruh Temperatur Sintering Karbon Aktif Berbasis Tempurung Kemiri Terhadap Sifat Listrik Anoda Baterai Litium." *Fisika Undan* 4, no.2 (2015): h. 178-184.
- Nurdiansah, Haniffudin, dan Diah Susanti. "Pengaruh Variasi Temperatur Karbonisasi dan Temperatur Aktivasi Fisika dari Elektroda Karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Tempurung Kluwak Terhadap Nilai Kapasitansi *Electric Double Layer Capacitor* (EDLC)." *Teknik ITS* 2, no.1 (2013): h.13-18.
- Prabarini, Nunik, dan D. G. Okayadnya. "Penvisihan Logam Besi (Fe) Pada Air Sumur Dengan Karbon Aktif dari Tempurug Kemiri." *Teknik Lingkungan* 5, no. 2 (2013): h. 33-41.

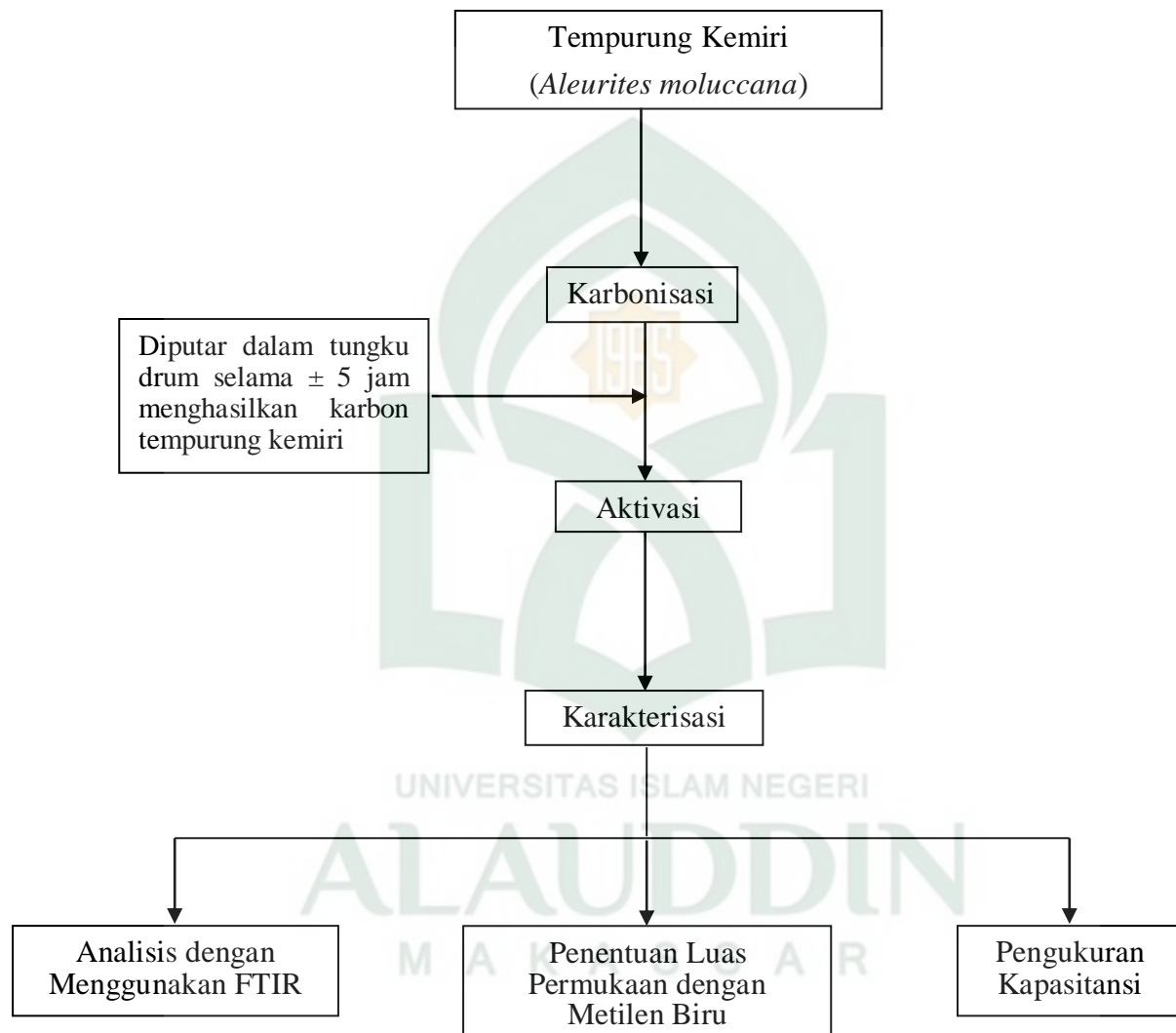
- Prasetyo, Anton, Ahmad Yudi, dan Rini Nafsiati Astuti. "Adsorpsi Metilen Blue Pada Karbon Aktif Dari Ban Bekas Dengan Variasi Konsentrasi NaCl Pada Suhu Pengaktifan 600°C Dan 650°C." *Neutrino* 4, no. 1 (2012): h 16-23.
- Putro, Sartono, Muhabbikha dan Suranto. "Variasi Temperatur Dan Waktu Karbonisasi Untuk Meningkatkan Nilai Kalor Dan Memperbaiki Sifat Proximate Biomassa Sebagai Bahan Pembuat Briket Yang Berkualitas." *Simposium Nasional RAPI XIV* (2015): h. 282-288.
- Rahmadani, Noor dan Puji Kurniawati. "Sintesis dan Karakterisasi Karbon Teraktivasi Asam dan Basa Berbasis Mahkota Nanas." *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya*, (2017): h. 154-161.
- Ramdja, A. Fuadi, Mirah Halim, dan Jo Hdani. "Pembuatan Karbon Aktif dari Pelepah Kelapa (*Cocus nucifera*)." *Teknik Kimia* 15, no. 2 (2008): h. 1-8.
- Riyanto, Agus. "Superkapasitor Sebagai Piranti Penyimpan Energi Listrik Masa Depan" (2014): h. 1-8.
- Sari, Mayang. "Identifikasi Protein Menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR)." *Skripsi*, Depok: Universitas Indonesia, 2011.
- Setiawati, Evi, dan Suroto Suroto. "Pengaruh Bahan Aktivator Pada Pembuatan Karbon Aktif Tempurung Kelapa." *Riset Industri Hasil Hutan* 2, no.1 (2010): h. 21-26.
- Shihab, M. Quraish. *Tafsir Al-Misbah*. Jakarta: Lentera Hati, 2002.
- Siahaan, Satriyani, Melvha Hutapea, dan Rosdanelli Hasibuan. "Penentuan kondisi optimum suhu dan waktu karbonisasi pada pembuatan arang dari sekam padi." *Teknik Kimia USU* 2, no. 1 (2013): h. 26-30.
- Sitorus, Mesakh Fridolin, Komalasari Komalasari, dan Zuchra Helwani. "Karbonisasi Pelepah Sawit dengan Variasi Temperatur dan Waktu Karbonisasi." *Teknik Universitas Riau* 4, no.1 (2017): h. 1-5.
- Taer, Erman dkk. "Analisa Siklis Voltametri Superkapasitor Menggunakan Elektroda Karbon Aktif Dari Kayu Karet Berdasarkan Variasi Aktivator Koh." *Prosiding Seminar Nasional Fisika* 4, (2015): h. 105-110.
- Tumimomor, Farly, Akhiruddin Maddu, dan Gustan Pari. "Pemanfaatan Karbon Aktif Dari Bambu Sebagai Elektroda Superkapasitor." *Ilmiah Sains* 17, no.1 (2017): h. 73-79.
- Wijaya, Debby Herianto, dan Dahyunir Dahlan. "Karakterisasi Fasa dan Kapasitansi Elektroda Kayu Karet yang Dielektrodeposisi Menggunakan CuSO₄ untuk Aplikasi Elektroda Superkapasitor." *Fisika Undan* 5, no. 1 (2006): h. 78-84.
- Wulandari, Riska, Muhammad Zakir, dan Abdul Karim. "Penentuan Kapasitansi Spesifik Karbon Aktif Tempurung Kemiri (*Alleurites mollucana*) Hasil Modifikasi Dengan HNO₃, H₂SO₄, dan H₂O₂ Menggunakan Metode Cyclic Voltammetry." *Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, (2016): h. 1-10.

Yani, A. A., E. Taer, dan R. N. Saputra. "Rancangan Alat Siklik Voltammogram Untuk Aplikasi Pada Pengukuran Sel Superkapasitor." *Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau* 1, no.1 (2014): h. 1-7.



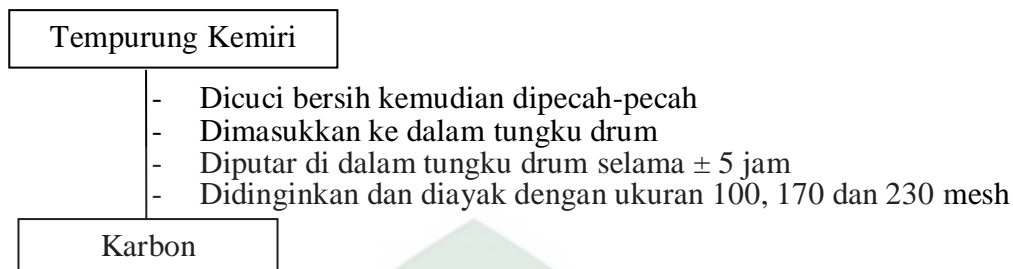
LAMPIRAN

Lampiran I. Skema Alur Penelitian

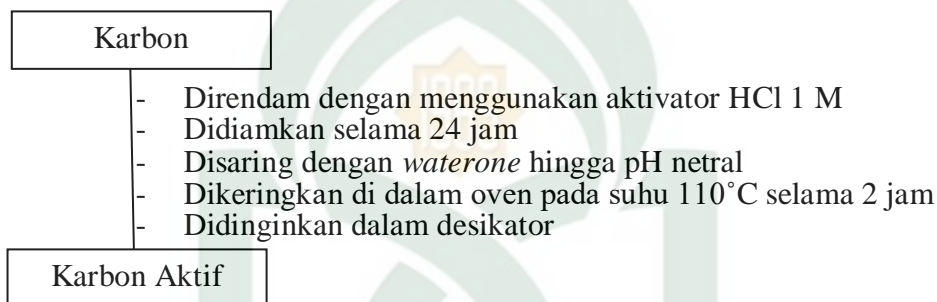


Lampiran II. Skema Prosedur Penelitian

1. Proses Karbonisasi

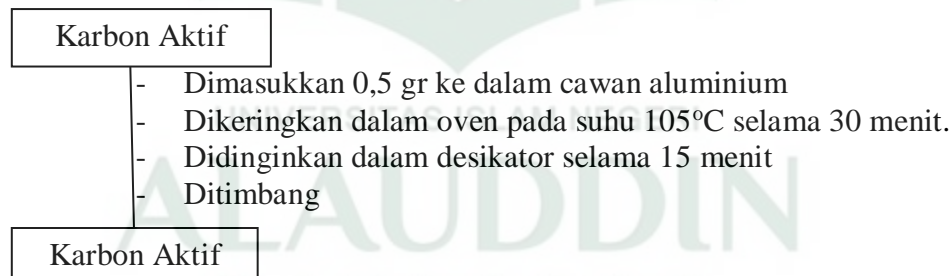


2. Aktivasi Arang Aktif

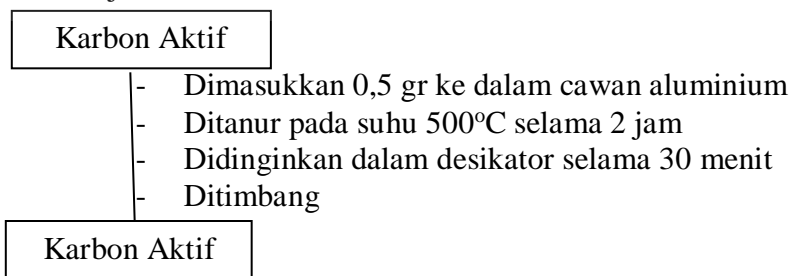


3. Analisa Kadar Air dan Kadar Abu

a. Uji Kadar Air

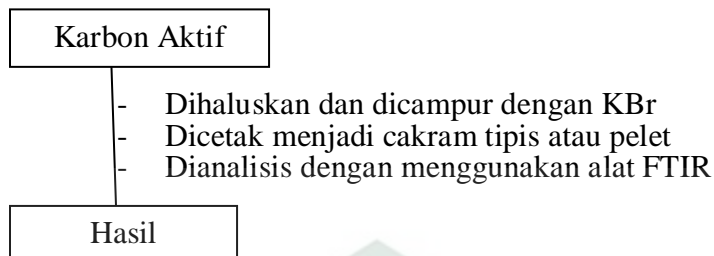


b. Uji Kadar Abu

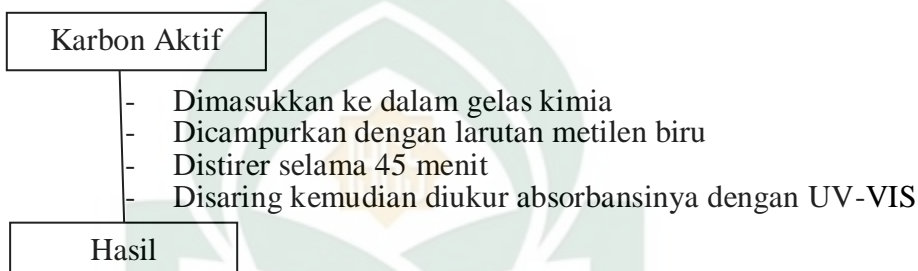


4. Karakterisasi

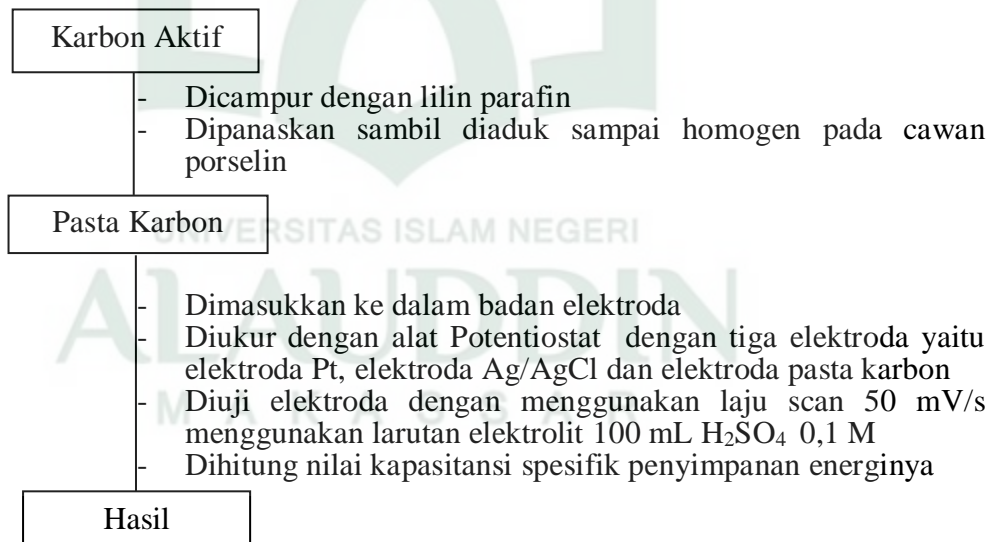
a. Analisis Gugus Fungsi Dengan FTIR



b. Penentuan Luas Permukaan Dengan Metilen Biru



c. Pengukuran Kapasitansi Spesifik



Lampiran III. Analisis Data

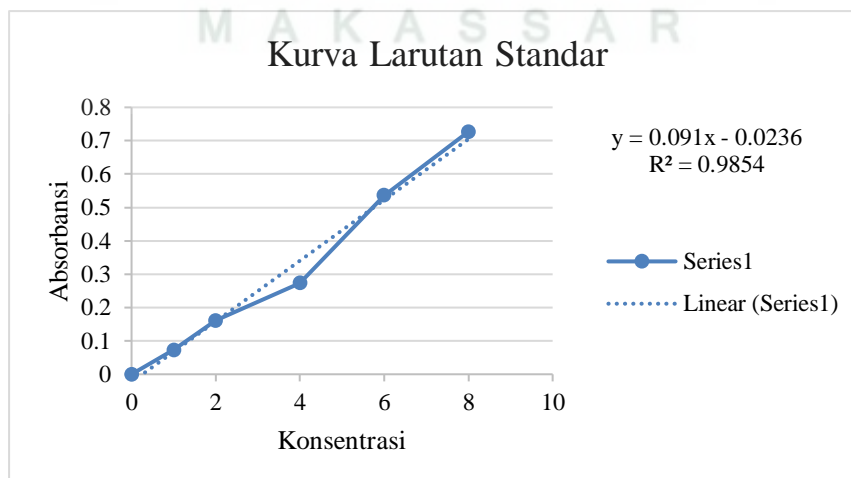
1. Data Analisis Kurva Kalibrasi Larutan Standar Metilen biru pada $\lambda = 660 \text{ nm}$

No.	Konsetrasi standar (x)	Absorbansi (y)	x.y	x ²	y ²
1.	1	0,073	0,073	1	0,005329
2.	2	0,161	0,322	4	0,025921
3.	4	0,273	1,092	16	0,074529
4.	6	0,536	3,216	36	0,287296
5.	8	0,727	5,816	64	0,528529
Total	$\Sigma = 21$	$\Sigma = 1,77$	$\Sigma = 10,519$	$\Sigma = 121$	$\Sigma = 0,967604$

2. Data Analisis Kurva Kalibrasi Larutan Sampel Arang Aktif Tempurung Kemiri

No.	Sampel	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
1.	100 mesh arang tempurung kemiri	2,3	0,178
2.	170 mesh arang tempurung kemiri	2,3	0,177
3.	230 mesh arang tempurung kemiri	2,4	0,151

3. Grafik Kurva Kalibrasi Larutan Standar Metilen Biru



4. Analisis Data

a. Persamaan garis linear

$$y = a + bx$$

$$b = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{n\sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$= \frac{5 \times 10,519 - (21)(1,77)}{5 \times 121 - 21^2}$$

$$= \frac{15,425}{164}$$

$$= 0,0941$$

$$a = y_{rata-rata} - bx_{rata-rata}$$

$$= 0,354 - 0,0941 (4,2)$$

$$= 0,354 - 0,39522$$

$$= -0,041$$

b. Penentuan Nilai Regresi

$$R^2 = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{((n\sum x^2) - (\sum x)^2)(n\sum y^2) - (\sum y)^2}}$$

$$= \frac{5 \times 10,519 - 21 \times 1,77}{\sqrt{((5 \times 121 - 21^2)(5 \times 0,921604 - (1,27)^2))}}$$

$$= \frac{15,425}{\sqrt{(605 - 441)(4,8582 - 3,1329)}}$$

$$= \frac{15,425}{\sqrt{(164)(1,7253)}}$$

$$= \frac{15,425}{\sqrt{282,9429}}$$

$$= \frac{15,425}{16,821}$$

$$= 0,967$$

c. Tabel Hasil Pengamatan Larutan Sampel

a) 100 mesh

$$y = (-0,041) + 0,094x$$

$$x = \frac{y - a}{b}$$

$$= \frac{0,178 + 0,041}{0,094}$$

$$= 2,32 \text{ ppm}$$

b) 170 mesh

$$y = (-0,041) + 0,094x$$

$$x = \frac{y-a}{b}$$

$$= \frac{0,177 + 0,041}{0,094}$$

$$= 2,31 \text{ ppm}$$

c) 230 mesh

$$y = (-0,041) + 0,094x$$

$$x = \frac{y-a}{b}$$

$$= \frac{0,151 + 0,041}{0,094}$$

$$= 2,04 \text{ ppm}$$

d. Pembuatan Larutan Standar dari Metilen biru 3000 ppm**a) Pembuatan larutan induk 1000 ppm dalam 500 mL**

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 = \frac{V_2 \times M_2}{M_1}$$

$$V_1 = \frac{500 \text{ mL} \times 1000 \text{ ppm}}{3000 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 166,67 \text{ mL}$$

b) Pembuatan larutan baku 100 ppm dalam 250 mL

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 = \frac{V_2 \times M_2}{M_1}$$

$$V_1 = \frac{250 \text{ mL} \times 100 \text{ ppm}}{1000 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 25 \text{ mL}$$

c) Pembuatan larutan standar 10 ppm dalam 500 mL

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 = \frac{V_2 \times M_2}{M_1}$$

$$V_1 = \frac{500 \text{ mL} \times 10 \text{ ppm}}{100 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 50 \text{ mL}$$

d) Pembuatan deret standar

- 1 ppm dalam 50 mL

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 = \frac{V_2 \times M_2}{M_1}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL} \times 1 \text{ ppm}}{10 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 5 \text{ mL}$$

- 2 ppm dalam 50 mL

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 = \frac{V_2 \times M_2}{M_1}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL} \times 2 \text{ ppm}}{10 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 10 \text{ mL}$$

- 4 ppm dalam 50 mL

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 = \frac{V_2 \times M_2}{M_1}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL} \times 4 \text{ ppm}}{10 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 20 \text{ mL}$$

- 6 ppm dalam 50 mL

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 = \frac{V_2 \times M_2}{M_1}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL} \times 6 \text{ ppm}}{10 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 30 \text{ mL}$$

- 8 ppm dalam 50 mL

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 = \frac{V_2 \times M_2}{M_1}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL} \times 8 \text{ ppm}}{10 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 40 \text{ mL}$$

5. Luas permukaan

a) 100 mesh

$$\begin{aligned} X_m &= \frac{(C_1 - C_2) \times V}{W} \\ &= \frac{\left(100 \frac{\text{mg}}{\text{v}} - 2,32 \frac{\text{mg}}{\text{v}}\right) \times 0,025 \text{ L}}{0,5 \text{ g}} \\ &= 4,884 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

$$S = \frac{X_m \times N \times A}{Mr \text{ metilen blue}}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{4,884 \frac{\text{mg}}{\text{g}}}{1000 \frac{\text{mg}}{\text{g}}} \times 6,022 \times 10^{23} \frac{\text{mol}^{-1}}{\text{mol}} \times 197 \times 10^{-20} \text{ m}^2 \\ &= \frac{320,5 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}}{320,5 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} \\ &= 18,07 \text{ m}^2/\text{gr} \end{aligned}$$

b) 170 mesh

$$\begin{aligned} X_m &= \frac{(C_1 - C_2) \times V}{W} \\ &= \frac{\left(100 \frac{\text{mg}}{\text{v}} - 2,31 \frac{\text{mg}}{\text{v}}\right) \times 0,025 \text{ L}}{0,5 \text{ g}} \end{aligned}$$

$$= 4,885 \text{ mg/g}$$

$$S = \frac{X_m \times N \times A}{Mr \text{ metilen blue}}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{4,885 \frac{\text{mg}}{\text{g}}}{1000 \frac{\text{mg}}{\text{g}}} \times 6,022 \times 10^{23} \frac{\text{mol}^{-1}}{\text{mol}} \times 197 \times 10^{-20} \text{ m}^2 \\ &= \frac{320,5 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}}{320,5 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} \\ &= 18,08 \text{ m}^2/\text{gr} \end{aligned}$$

c) **230 mesh**

$$X_m = \frac{(C_1 - C_2) \times V}{W}$$

$$= \frac{\left(100 \frac{mg}{v} - 2,04 \frac{mg}{v}\right) \times 0,025 L}{0,5 g}$$

$$= 4,898 \text{ mg/g}$$

$$S = \frac{X_m \times N \times A}{M_r \text{ metilen blue}}$$

$$= \frac{\frac{4,898 \frac{mg}{g}}{1000 \frac{mg}{g}} \times 6,022 \times 10^{23} \frac{mol}{mol} \times 197 \times 10^{-20} m^2}{320,5 \frac{gr}{mol}}$$

$$= 18,12 \text{ m}^2/\text{gr}$$

Ket.

S = luas permukaan adsorben (m^2/g)

N = bilangan Avogadro ($6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$)

X_m = berat adsorbat teradsorpsi (mg/g)

a = luas permukaan oleh satu molekul metilen biru ($197 \cdot 10^{-20} \text{ m}^2$)

C_1 = konsentrasi metilen biru awal (ppm)

C_2 = konsentrasi metilen biru akhir (ppm)

V = volume larutan metilen biru akhir (mL)

W = berat sampel yang digunakan (g)

6. Kadar Air

a) Kadar Air 100 mesh

$$\% \text{ air} = \frac{w_2 - w_3}{w_2 - w_1} \times 100 \%$$

$$= \frac{34,6460 - 34,6390}{34,6460 - 34,1460} \times 100 \%$$

$$= \frac{0,007}{0,5} \times 100 \%$$

$$= 0,014\%$$

b) Kadar Air 170 mesh

$$\begin{aligned}
 \% \text{ air} &= \frac{w_2 - w_3}{w_2 - w_1} \times 100 \% \\
 &= \frac{35,6460 - 35,6332}{35,6460 - 35,1460} \times 100 \% \\
 &= \frac{0,0128}{0,5} \times 100 \% \\
 &= 0,026\%
 \end{aligned}$$

c) Kadar Air 230 mesh

$$\begin{aligned}
 \% \text{ air} &= \frac{w_2 - w_3}{w_2 - w_1} \times 100 \% \\
 &= \frac{23,9808 - 23,9682}{23,9808 - 23,4808} \times 100 \% \\
 &= \frac{0,0126}{0,5} \times 100 \% \\
 &= 0,025\%
 \end{aligned}$$

7. Kadar Abu**a) Kadar Abu 100 mesh**

$$\begin{aligned}
 \% \text{ abu} &= \frac{w_3 - w_1}{w_2 - w_1} \times 100 \% \\
 &= \frac{34,1300 - 34,0190}{34,5190 - 34,0190} \times 100 \% \\
 &= \frac{0,111}{0,5} \times 100 \% \\
 &= 0,222\%
 \end{aligned}$$

b) Kadar Abu 170 mesh

$$\begin{aligned}
 \% \text{ air} &= \frac{w_3 - w_1}{w_2 - w_1} \times 100 \% \\
 &= \frac{35,1322 - 35,0332}{35,5332 - 35,0332} \times 100 \% \\
 &= \frac{0,099}{0,5} \times 100 \% \\
 &= 0,198\%
 \end{aligned}$$

c) Kadar Abu 230 mesh

$$\begin{aligned}
 \% \text{ abu} &= \frac{w_3 - w_1}{w_2 - w_1} \times 100 \% \\
 &= \frac{23,4690 - 23,4208}{23,9208 - 23,4208} \times 100 \% \\
 &= \frac{0,0482}{0,5} \times 100 \% \\
 &= 0,096\%
 \end{aligned}$$

Ket:

W_1 = Massa cawan kosong

W_2 = Massa cawan + sampel awal

W_3 = Massa cawan + sampel akhir

8. Data Analisis Kapasitansi Spesifik

Sampel (mesh)	Scan Rate (mV/s)	Ic (μ A)	Id (μ A)	Massa Karbon (g)	Kapasitansi Spesifik (μ F/g)
100	50	0.009	-0.002	1	0.00022
170	50	0.008	-0.004	1	0.00024
230	50	0.009	-0.004	1	0.00026

Analisis Data

a) Kapasitansi spesifik sampel 100 mesh

$$C_s = \frac{I_c - I_d}{V_{xm}}$$

$$= \frac{0,009 - (-0,002)}{50 \frac{\text{mV}}{\text{s}} \times 1 \text{ g}}$$

$$= 0.00022 \mu\text{F/g}$$

b) Kapasitansi spesifik sampel 170 mesh

$$C_s = \frac{I_c - I_d}{V_{xm}}$$

$$= \frac{0,008 - (-0,004)}{50 \frac{\text{mV}}{\text{s}} \times 1 \text{ g}}$$

$$= 0.00024 \mu\text{F/g}$$

c) Kapasitansi spesifik sampel 230 mesh

$$C_s = \frac{I_c - I_d}{V_{xm}}$$

$$= \frac{0,009 - (-0,004)}{50 \frac{\text{mV}}{\text{s}} \times 1 \text{ g}}$$

$$= 0.00026 \mu\text{F/g}$$

Lampiran IV. Proses Karbonisasi



Tempurung kemiri yang sudah bersih dan kering dipecah kecil-kecil.



Pembakaran tempurung kemiri dalam tungku drum.



Karbon tempurung kemiri.

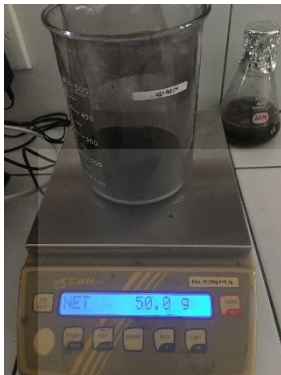


Karbon tempurung kemiri yang telah dihaluskan.



Mengayak karbon dengan ukuran 100, 170 dan 230 mesh.

Lampiran V. Aktivasi Arang Aktif



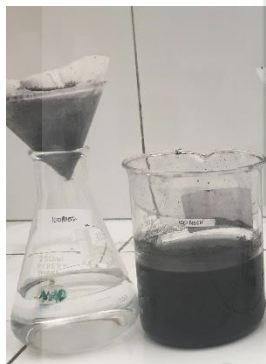
Penimbangan karbon tempurung kemiri



Pembuatan larutan HCl 1 M



Aktivasi menggunakan aktivator HCl 1 M



Penetralkan karbon aktif



Kertas pH universal saat karbon mencapai pH netral



Pengeringan karbon aktif yang telah dinetralkan

Lampiran VI. Karakterisasi

1) Analisis Gugus Fungsi dengan Menggunakan FTIR



Pembuatan pelet KBr



Pembacaan menggunakan alat FTIR

2) Penentuan Luas Permukaan dengan Metilen Biru



Larutan standar metilen biru



Karbon aktif yang telah dicampur dengan metilen biru

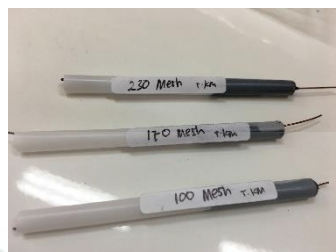


Pengukuran absorbansi menggunakan UV-Vis

3) Pengukuran Kapasitansi Spesifik dengan Teknik Siklik Voltametri



Pembuatan elektroda menggunakan parafin



Elektroda yang telah dibuat



Pengukuran menggunakan alat potensiostat

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Nur Fajriana Muhiddin atau biasa dipanggil Ana, lahir di Ujung pandang, 25 juni 1996. Lahir sebagai anak ketiga dari tiga bersaudara, dari pasangan ayah yang bernama, Muhiddin dan ibu yang bernama Kartini.

Penulis mulai menjajaki dunia pendidikan pada tahun 2001, mulai memasuki taman kanak-kanak pada usia 5 tahun di TK Manggarupi, selama satu tahun. Setelah itu di tahun 2002, sudah mulai menginjak bangku sekolah dasar saat usia 6 tahun di SDN Inpres Bertingkat. Pada tahun 2008 penulis menyelesaikan Sekolah Dasar dan melanjutkan sekolah menengah di SMPN 4 Sungguminasa selama tiga tahun di smp penulis kurang aktif di berbagai organisasi Lanjut pada tahun 2011 menyelesaikan tahap pendidikan SMP dan langsung melanjutkan ke jenjang yang lebih tinggi lagi yaitu Sekolah Mengengah Kejuruan Farmasi, tepatnya di SMK Farmasi Syekh Yusuf Al-Makassari Gowa selain mengikuti pembelajaran akademik penulis juga mulai aktif dalam organisasi sekolah yaitu OSIS. Dan pada tahun 2014 melanjutkan pendidikan di Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar ke jenjang S1 mengambil konsentrasi jurusan KIMIA fakultas Sains dan Teknologi dan berhasil mendapatkan gelar Sarjana Sains pada tahun 2019.